

Henkilöautoliikenteen tulevaisuus Suomessa

Skenaarioita vuoteen 2030

Laura Joki
Ympäristömuutos ja -politiikka
Pro gradu -tutkielma
Ympäristötieteiden laitos
Helsingin Yliopisto

Marraskuu 2011



Tiedekunta/Osasto - Fakultet/Sektion – Faculty Bio- ja ympäristötieteellinen		Laitos - Institution – Department Ympäristötieteiden laitos	
Tekijä - Författare – Author Laura Joki			
Työn nimi - Arbetets titel – Title Henkilöautoliikenteen tulevaisuus Suomessa – Skenaarioita vuoteen 2030			
Oppiaine - Läroämne – Subject Ympäristömuutos ja -politiikka			
Työn laji - Arbetets art – Level Pro Gradu -tutkielma		Aika - Datum – Month and year Marraskuu 2011	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages 84 s. + 8 liites.
Tiivistelmä - Referat – Abstract <p>Liikenne on huomattava ilmastomuutokseen vaikuttava sektori, jolla ei ole saavutettu merkittäviä päästövähennyksiä. Toisin kuin useilla muilla sektoreilla. Erityisesti henkilöautoliikenne on liikennesektorin päästövähennystavoitteiden suhteen ongelmallinen liikennemuoto, koska siihen on vaikea puuttua ilman voimakkaita lainsäädännöllisiä tai poliittisia toimia. Lisäksi henkilöautoliikenteen määrä on lamavuosien väliaikaista pienenemistä lukuun ottamatta ollut Suomessa jatkuvassa kasvussa.</p> <p>Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuutta liikennealan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta ja muodostettiin henkilöautoliikenneskenaarioita vuoteen 2030. Tutkimuksen aineisto koostui 26 kyselylomakkeesta ja asiantuntijahaastattelusta. Kyselylomakkeiden vastaukset ryhmiteltiin käyttäen klusterianalyysia. Ryhmistä laskettiin klusterikeskukset, jotka muodostivat skenaarioiden ”ytimen”. Klusterianalyysin tuloksia syvennettiin haastatteluaineistosta poimituilla selittävillä tekijöillä ja sitaateilla. Näin muodostettiin viisi henkilöautoliikenneskenaariota, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi tarkasteltaessa henkilöautoliikenteen tulevaisuudennäkymiä ilmastönäkökulmasta ja pyrittäessä kohti ympäristön kannalta kestävä tulevaisuutta liikennesektorilla.</p> <p>Muodostetut skenaariot olivat hyvin monimuotoisia. Osa oli hyvin kasvuorientoituneita niin liikennesuoritteiden kuin päästöjenkin suhteen ja osa taas erittäin kasvukriittisiä. Kasvuorientoituneissa skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu ja Poliittikapessimismi liikennesuoritteiden kasvu jatkui. Näissä skenaarioissa myös hiilidioksidipäästöjen kasvu jatkui, mutta paljon loivemmalla kasvu-uralla kuin suoritteet. Skenaariossa Teknologiaoptimismi uskottiin liikennesuoritteiden ja päästöjen absoluuttiseen irtikytkentään eli siihen, että kasvavista suoritteista huolimatta CO₂-päästöt kääntyvät laskuun.</p> <p>Skenaariot Tieliikenteestä tietoliikenteeseen ja Henkilöautoliikenteen romahdus olivat huomattavasti kasvuskeptisempiä. Näissä skenaarioissa suoritteiden uskottiin kääntyvän laskuun ja CO₂-päästöjen laskevan suoritteitakin nopeammin. Merkittävä ero näiden kahden skenaarion välillä oli kuitenkin se, että Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa kokonaishenkilöliikennesuoritteiden ei uskottu pienenevän, vaikka henkilöautosuorite romahti. Näin ollen Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa liikkuminen ei vähentynyt vaan ainoastaan kulkutapa muuttui. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen skenaariossa taas ihmisten liikkuminen kokonaisuudessaan väheni esimerkiksi sähköisen viestinnän ja asioinnin lisääntyessä.</p> <p>Verrattaessa muodostettuja skenaarioita kirjallisuudesta löytyviin liikenneskenaarioihin voitiin todeta, että kasvuorientoituneet skenaariot ennustivat aiempiin skenaarioihinkin verrattuna melko suurta kasvua, kun taas kasvukriittisissä skenaariot uskottiin aiempiin skenaarioihin verrattuna merkittäviin vähennyksiin erityisesti hiilidioksidipäästöjen osalta.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Henkilöautoliikenne, henkilöliikenne, skenaariot, hiilidioksidipäästöt, ilmastopolitiikka, klusterianalyysi			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Ympäristötieteiden laitos, ympäristötieteet ja Viikin tiedekirjasto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Alkusanat

Tutkimukseni liittyy The Climate Discussion of Transport (CAST) -tutkimushankkeeseen. CAST on Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteinen hanke, jota rahoittaa Suomen Akatemia vuosina 2009–2012. Hanke koostuu kahdesta osasta, jotka toteutetaan Suomen ympäristökeskuksessa ja Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksessa. Tulevaisuuden tutkimuskeskus vastaa kahden kierroksen delfoi-tutkimuksesta, jossa tarkastellaan liikennealan asiantuntijoiden käsityksiä Suomen liikenteen tulevaisuudesta. Tutkimukseni liittyy hankkeen tähän osaan.

Graduprosessini sai alkusysäyksensä Tulevaisuuden tutkimuskeskuksessa syksyllä 2009 suoritetusta korkeakouluharjoittelujaksosta. Harjoitteluni aikana olin mukana CAST-hankkeen taustadatan keräämisessä, kyselylomakkeen ja haastattelurungon laatimisessa sekä litteroin tutkimushaastattelut. Tämän jakson jälkeen minulla oli hyvät valmiudet aloittaa oman tutkimusongelmani hahmottelu.

CAST-hankkeen Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen erikoistutkijat Petri Tapio ja Vilja Varho ovat ohjaajinani olleet suureksi avuksi graduprosessini aikana. Haluan kiittää heitä lämpimästi tuesta, asiantuntemuksesta ja neuvoista läpi prosessin. Heille kuuluu suuri kiitos myös siitä, että olen saanut olla mukana tässä mielenkiintoisessa hankkeessa myös graduprojektini ulkopuolella toteuttamassa tutkimuksen toista kierrosta.

Haluan vielä kiittää erityisesti avopuolisoani ja vanhempiani, jotka ovat vauhdittaneet graduni valmistumista omilla kommentaillaan ja ennen kaikkea myötäelämisellä, tuella sekä kannustuksella.

Espoossa 15.11.2011

Laura Joki

SISÄLLYS

Alkusanat	2
Kuva- ja taulukkoluetelo	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Henkilöauton merkitys Suomessa	6
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	7
1.3 Rajaukset	9
1.4 Tutkimuksen rakenne	10
2 LIIKENNE JA YMPÄRISTÖ	11
2.1 Henkilöautoliikenteen kansalliset ongelmat	11
2.1.1 Henkilöautoliikenteen yhteiskunnalliset haittavaikutukset	11
2.1.2 Henkilöautoliikenteen paikalliset ja alueelliset ympäristöhaitat	12
2.1.3 Liikenteen energiankulutus	13
2.2 Liikenne, ilmastomuutos ja ilmastopolitiikka	14
2.2.1 Euroopan unionin ilmastopoliittiset tavoitteet	14
2.2.2 Liikenne ja ilmastopolitiikka Suomessa	17
3 TULEVAISUUDENTUTKIMUS JA SEN KÄYTTÖ LIIKENNETUTKIMUKSESSA	21
3.1 Tulevaisuudentutkimus	21
3.1.1 Tulevaisuudentutkimuksen määritelmä ja tiedon käsite tulevaisuudentutkimuksessa	22
3.1.2 Tulevaisuuden kontingenssi	23
3.1.3 Tulevaisuudentutkimuksen tehtävät	23
3.1.4 Tulevaisuudentutkimuksen tieteidenvälisyys	25
3.2 Tulevaisuudentutkimus ja liikenne – Aiempia liikenneskenaarioita	26
3.2.1 Eurooppalaiset ja globaalit liikenneskenaariot ja tulevaisuuskuvat	26
3.2.2 Suomalaiset liikenneskenaariot ja -tutkimukset	30
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	33
4.1 Tutkimuksen aineisto	33
4.1.1 Kyselylomake – kvantitatiivinen aineisto	35
4.1.2 Haastattelut – kvalitatiivinen aineisto	38
4.1.3 Aineiston rajaus	40
4.2 Analyysimenetelmät	42
4.2.1 Klusterianalyysi	42
4.2.2 Haastatteluaineiston analyysi	44
5 TULOKSET – VIISI HENKILÖLIIKENNESKENAARIOTA	45
5.1 Klusterianalyysin tulokset skenaarioiden pohjana	45
5.2 Henkilöliikenneskenaariot	48
5.2.1 Skenaario A: Materialistisen hyvinvoinnin kasvu	48
5.2.2 Skenaario B: Poliittikapessimismi	52
5.2.3 Skenaario C: Teknologiaoptimismi	55
5.2.4 Skenaario D: Tieliikenteestä tietoliikenteeseen	58
5.2.5 Skenaario E: Henkilöautoliikenteen romahdus	61
6 TULOSTEN TARKASTELU – SKENAARIOIDEN VERTAILU	64

7 POHDINTA	75
7.1 Yhteenveto	75
7.2 Johtopäätökset	78
LÄHTEET	80
LIITTEET	85
Liite 1: CAST -hankkeen delfoi-tutkimukseen osallistuneet asiantuntijat	85
Liite 2: Delfoi-tutkimuksen kyselylomake	86
Liite 3: Suomen liikennesektorin tulevaisuus (CAST) - haastatteluteemat	91
Liite 4: Klusterianalyysin dendrogrammi	92

Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. EU:n, Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohti.

Kuva 2. Liikenteen ja henkilöautoliikenteen päästöt suhteessa Suomen kaikkiin kasvihuonekaasu(KHK)-päästöihin, liikenteen osuus energiasektorin KHK-päästöistä, liikennesektorin KHK-päästöjen jakautuminen ja tieliikenteen KHK-päästöjen jakautuminen vuonna 2008.

Kuva 3. Lomakkeen ensimmäinen kysymys ennen täyttöö.

Kuva 4. Lomakkeen ensimmäinen kysymys esimerkkivastauksella.

Kuva 5. Tapion ja Willamon (2008) kuvan pohjalta muokattu ympäristönsuojelun kokonais-kehikko (Varho & Tapio 2009), jota käytettiin tutkimuksen haastattelurungon pohjana.

Kuva 6. Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (skenaario A) kuvina.

Kuva 7. Poliittikapessimismi (skenaario B) kuvina.

Kuva 8. Teknologiaoptimismi (skenaario C) kuvina.

Kuva 9. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (skenaario D) kuvina.

Kuva 10. Henkilöautoliikenteen romahdus (skenaario E) kuvina.

Kuva 11. Viisi skenaariota: henkilöautosuorite ja kokonaishenkilöliikennesuorite Suomessa vuosina 1980–2030.

Kuva 12. Henkilöautosuoritteen ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteen muutos Suomessa vuosina 2007–2030.

Kuva 13. Viisi skenaariota. Henkilöautoliikenteen CO₂-päästöt ja henkilöliikenteen kokonais CO₂-päästöt Suomessa vuosina 1980–2030.

Kuva 14. Henkilöautosuoritteen ja henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjen muutos Suomessa vuosina 2007–2030.

Kuva 15. Kokonaishenkilöliikennesuoritteen ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen muutos Suomessa vuosina 2007–2030.

Kuva 16. Muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen suorite ja hiilidioksidipäästöt Suomessa vuosina 2007–2030.

Kuva 17. Viisi skenaariota. Henkilöautotiheys/1000 asukasta Manner-Suomessa vuosina 1980–2030.

Kuva 18. Henkilöautotiheyden ja henkilöautosuoritteen muutos Suomessa vuosina 2007–2030.

Kuva 19. Viisi skenaariota: Uusien rekisteröitävien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (g/km) Suomessa vuosina 1980–2030.

Kuva 20. Viisi skenaariota: Biopolttoaineiden osuusliikennepolttoaineista prosentteina Suomessa vuosina 2007–2030.

Taulukko 1. Klusterikeskukset.

Taulukko 2. Aiempien liikenneskenaarioiden ja tämän tutkimuksen liikenneskenaarioiden vertailu: tämän tutkimuksen kannalta keskeiset erot ja tulokset.

1 JOHDANTO

1.1 Henkilöauton merkitys Suomessa

Henkilöauto on tärkeä osa suomalaista yhteiskuntaa ja suomalaisten eniten käyttämä henkilöliikenneväline. Autoilun historia Suomessa ulottuu vuoteen 1900, jolloin tänne hankittiin ensimmäiset henkilöautot (Tilastokeskus 2007b). Vuonna 2009 Suomessa oli jo 2,8 miljoonaa henkilöautoa (Tilastokeskus 2010a). Henkilöauton suosion salaisuus on selvä, sillä nopeudessaan ja joustavuudessaan henkilöauto on usein ylivoimainen liikenneväline ja tarjoaa esimerkiksi julkiseen liikenteeseen verrattuna lähes rajattomat liikkumismahdollisuudet alueilla, joilla ruuhkat tai parkkipaikkojen saatavuus eivät merkittävästi rajoita autoilua. Vaikka vaihtoehtoisia liikennemuotoja löytyykin, edullisuus, tiivis tieverkosto ja sosiaalisten ryhmien, kuten työyhteisön ja sukulaisten, hajautuminen kaupungeissa sekä koko maan alueella tekevät henkilöautoliikenteestä tällä hetkellä kätevimmän liikennemuodon moniin matkoihin (Whitmarsh & Köhler 2010). Henkilöauton etuihin kuuluu myös, että se mahdollistaa suurenkin tavaramäärän kuljettamisen paikasta toiseen, mikä on varsin työlästä esimerkiksi ruuhkabussissa. Toisaalta henkilöauto ei anna kuljettajalleen mahdollisuutta hyödyntää matka-aikaa esimerkiksi lukien tai työskennellen vaikkapa kannettavalla tietokoneella.

Viimeisimmässä valtakunnallisessa Henkilöliikennetutkimus 2004–2005 -raportissa todetaan, että henkilöauto korvasi entistä suuremman osan kevyen liikenteen ja julkisen liikenteen matkoista verrattuna kuuden vuoden takaiseen tilanteeseen. Kotimaan henkilöliikennesuorite kasvoi kuusi prosenttia edellisen raportin luvuista vuodelta 1999 ja kasvu keskittyi pääasiassa henkilöautoliikenteeseen. Henkilöautoilun lisääntyminen oli kuitenkin suurempaa kuin vähennys kevyessä liikenteessä ja julkisessa liikenteessä, mikä viittaa siihen, että yksin ajaminen on lisääntynyt. Elintason nousun myötä suomalaisista onkin tullut yhä autoistuneempi kansa eli autokanta on kasvanut ja perheiden kakkos- sekä kolmosautojen määrä lisääntynyt (Henkilöliikennetutkimus 2004–2005). Samaan aikaan naisten autoilun todettiin lisääntyneen peräti 16 prosenttia kuudessa vuodessa. Miesten autoilussa ei ollut tapahtunut vastaavaa lisäystä. 2004–2005 henkilöliikennesuoritteiden kulkutapajakaumat olivat seuraavat: kevyt liikenne viisi prosenttia, henkilöautoliikenne 76 prosenttia ja julkinen liikenne 15 prosenttia. Jäljelle jäävä neljä prosenttia muodostui muusta yksityisestä liikenteestä, jota ei tarkemmin määritetty (Henkilöliikennetutkimus 2004–2005).

Viime vuosina julkisen liikenteen asema on kuitenkin jonkin verran parantunut. Linja-autoliikenne on säilyttänyt asemansa vuoden 2005 jälkeen ja rautatieliikenne on jopa lisääntynyt (Tiehallinto 2010). Samaan aikaan kuitenkin myös henkilöautoliikenteen kasvu on jatkunut ja henkilöliikenteen kokonaismäärä kasvanut. Näin ollen siirtymää ei ole niinkään tapahtunut henkilöautoliikenteen puolelta muihin muotoihin, vaan niiden kasvu perustuu lisääntyneeseen liikkumiseen.

Autoilulla on näin ollen keskeinen osa useimpien suomalaisen elämässä, vaikkei itse autoa omistaisikaan. Varsinkin kaupungeissa autot ovat läsnä lähes kaikkialla ja vaikuttavat myös autottomien liikkumiseen. Autoiluun on todettu liittyvän paljon muutakin kuin pelkkä siirtyminen paikasta toiseen. Autoilu voi olla esimerkiksi harrastus, hetki omassa rauhassa tai jopa egon pönkitystä (Kalanti 2001). Sairinen (1996) toteaa autoilun olevan vapaan liikkumisen symbolina yksi modernin maailman keskeisimpiä tunnusmerkkejä.

Henkilöauton mahdollistamaan vapaaseen liikkumiseen liittyy väistämättä myös ongelmia. Henkilöautojen kasvava määrä aiheuttaa kansallisella tasolla muun muassa turvallisuus-, ruuhka-, parkkipaikka-, saaste- ja meluongelmia. Globaalilla tasolla taas autoilu on yksi ilmastonmuutokseen vaikuttava tekijä. Tätä henkilöautoilun käänköpuolta käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimukseni keskittyy Suomen henkilöautoliikenteeseen, joka on liikennesektorin ehkä ongelmallisin osa-alue ilmastonmuutoksen torjuntaan tähtäävien päästövähennystavoitteiden suhteen. Liikennesektorin dekarbonisoituminen eli liikenteen hiili-intensiivisyyden pienentäminen on haastavaa, koska liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöt ovat viime vuosina kasvaneet samaan aikaan, kun muilla sektoreilla on saatu aikaan päästövähennyksiä (Skinner ym. 2010). Henkilöautosuorite on ollut 1990-luvun lamavuosien väliaikaisen pienenemisen jälkeen jatkuvassa kasvussa aina vuoteen 2008, jolloin se kääntyi laman vaikutuksesta pieneen väliaikaiseen laskuun. Henkilöautosuorite jatkoi kuitenkin kasvuaan heti seuraavana vuonna (Liikennevirasto 2011). Henkilöautoliikenteen kasvua on vaikea hillitä puuttumatta yksilöiden valinnanvapauteen, kuten erilaisilla autoilua koskevilla rajoituksilla voitaisiin ääritapauksessa tehdä.

Henkilöautoliikenteen kasvun hillitsemisen vaikeus piilee siinä, että autonomistuksen kasvu ja pitenevät työmatkat ovat lisänneet henkilöauton suosiota kulkutapana ja kaupunkiseutujen työssäkäyntialueet sekä taajama-alueet ovat laajentuneet viime vuosikymmeninä niin Suomessa kuin kansainvälisestikin (Ristimäki ym. 2011, EEA 2006). Euroopan kaupungit ovat perinteisesti olleet melko tiiviitä verrattuna Yhdysvaltojen kaupunkeihin. Yhdyskuntarakenteen hajautuminen onkin ilmiönä aiemmin liitetty lähinnä Yhdysvaltojen kaupunkien nopeaan laajenemiseen. Kuitenkin nykyään Euroopassakin esiintyy yhdyskuntarakenteen hajaantumista kiihtyvällä tahdilla (EEA 2006).

Suomessa kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne on lisäksi erittäin hajanainen verrattuna esimerkiksi muiden Pohjoismaiden kaupunkeihin. Ruotsin ja Norjan taajamissa asui vuonna 2000 noin 1500 asukasta neliökilometrillä, kun taas Suomessa vastaava luku oli alle 600 asukasta (YM 2008). Pisimmät työmatkat kuljetaan työssäkäyntialueiden reunoilta, erityisesti Helsingin seudun kehyskunnista (YM 2008). Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on kasvavien kaupunkiseutujen lisäksi ongelma myös sellaisilla kaupunkiseuduilla, joilla asukastiheys pienenee (YM 2008). Tämä yhdyskuntarakenteen hajanaisuus nostaa monilla alueilla henkilöauton ensisijaiseksi ja suurten kaupunkien ulkopuolella jopa lähes ainoaksi mahdolliseksi kulkutavaksi.

Tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa liikennealan asiantuntijoiden näkemyksiä henkilöautoliikenteen ja siihen vaikuttavien tekijöiden tulevaisuudesta Suomessa. Näiden näkemysten pohjalta tutkimuksessa muodostetaan skenaarioita Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuudesta käyttäen hyväksi kvantitatiivista ja kvalitatiivista aineistoa. Erityisesti kiinnostuksen kohteena ovat henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt ja niihin vaikuttavat tekijät kuten erilaiset ohjauskeinot. Näitä skenaarioita ja tuloksia voidaan käyttää arvioitaessa henkilöautoliikenteen tulevaisuutta Suomessa ja pohdittaessa erilaisia keinoja henkilöautosuoritteen ja henkilöautoliikenteen päästöjen pienentämiseksi sekä ihmisten liikkumistarpeen ohjaamiseksi ympäristöystävällisempiin kulkutapoihin.

Tutkimuskysymykseni ovat:

- 1) Miten liikennealan asiantuntijat näkevät Suomen henkilöautoliikenteen ja kokonaishenkilöliikenteen suoritteiden ja päästöjen sekä näihin vaikuttavien tekijöiden kehittyvän vuoteen 2030?
- 2) Minkälaisia skenaarioita Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuudesta voidaan muodostaa edellä mainittujen näkemysten perusteella?
- 3) Kuinka muodostetut skenaariot suhteutuvat Euroopan unionin hiilidioksidipäästöjen vähennystavoitteisiin, uusille autoille asetettuihin hiilidioksidipäästötavoitteisiin sekä biopolttoainetavoitteisiin?

1.3 Rajaukset

Tutkimuksen aikaskaala ulottuu vuoteen 2030, mutta lisäksi kyselylomakkeessa kysytään vuoden 2020 arviota, mikä antaa käsitystä siitä, kuinka vuoden 2030 lukuihin päästään. Esimerkiksi henkilöautoilun hiilidioksidipäästöt saattavat kasvaa vuoteen 2020 asti, jonka jälkeen kasvu voi pysähtyä samalle tasolle vuoteen 2030 tai päästöt voivat kasvaa hitaammin, mutta tasaisesti vuoteen 2030 asti, jolloin tuona aikana ilmakehään on päästetty vähemmän hiilidioksidia (Meinshausen ym. 2009). Euroopan unionin päästövähennystavoitteet on asetettu vuodelle 2020 ja pitkän aikavälin tavoitteet vuodelle 2050. Lisäksi EU:lla on joitakin välitavoitteita vuodelle 2030. Näitä tavoitteita esitellään tarkemmin liikennettä, ilmastomuutosta ja ilmastopolitiikkaa käsittelevässä luvussa 2.2.

Vuosi 2030 sijoittuu vuosien 2020 ja 2050 välimaastoon: se ei ole vielä niin sanotusti aivan nurkan takana, jotta jonkinlaisia muutoksia nykyiseen tilanteeseen nähden ehtii tapahtua ja muun muassa autokanta ehtii uusiutua lähes kokonaan. Vuosi 2030 ei ole kuitenkaan liian kaukana nykyhetkestä, jolloin vastaukset saattaisivat hajota liikaa. Yleensä vastausten hajonta kasvaa suhteessa siihen, kuinka pitkän ajan päähän asiantuntija-arvio tehdään (Kuusi 2003). Lisäksi asiantuntijoilla on taipumus olla pitkällä aikavälillä pessimistisiä ja lyhyellä aikavälillä optimistisiä. Tämä johtuu siitä, että jo tunnettu ratkaisu oletetaan otettavaksi käyttöön ilman ongelmia, mutta ennustettaessa pitkälle tulevaisuuteen ongelmien ratkaisujen

löytymisen mahdollisuutta usein aliarvioidaan, koska ratkaisua ongelmaan ei tälläkään hetkellä tiedetä (Kuusi 2003).

Muodostan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta skenaarioita, sillä skenaario on tapa kertoa tulevaisuuden vaihtoehtoista systemaattisella tavalla. Skenaario sisältää tulevaisuuden kuvauksen ja perustelut sekä näkemyksen siitä, miten kuvatus vaihtoehdon ajatellaan olevan saavutettavissa tai vältettävissä nykyisyydestä käsin (Malaska 2003). Skenaario ei siis ole ennuste, vaan yksi mahdollinen polku ”tulevaisuuden kartassa” monien muiden vaihtoehtojen joukossa (Malaska 2003). Skenaariota on oltava mahdollinen, mutta todellisuudessa skenaarion ei välttämättä tarvitse olla fyysisesti mahdollinen, kunhan sen näyttäytyy jollekulle fyysisesti mahdollisena (Mannermaa 1993).

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tämä raportti on järjestetty seuraavasti: Luvussa kaksi käsitellään liikenteen ja ympäristön suhdetta. Tarkastelu aloitetaan henkilöautoliikenteeseen liittyvillä kansallisen tason ongelmilla, kuten ruuhka- ja pysäköintiongelmat (luku 2.1). Tämän jälkeen käsitellään henkilöautoliikenteeseen liittyvää globaalia ongelmaa eli ilmastomuutosta ja ilmastomuutoksen hillitsemiseen tähtääviä poliittisia tavoitteita Suomessa ja Euroopan unionissa (luku 2.2). Luvussa kolme esitellään aluksi tulevaisuudentutkimuksen keskeisiä käsitteitä ja erityispiirteitä (luku 3.1). Tämän jälkeen tutustutaan tulevaisuuden tutkimuksen käyttöön liikennetutkimuksessa tarkastelemalla suomalaisia ja eurooppalaisia liikenneskenaarioita sekä yhtä globaalia liikenneskenaariota (luku 3.2). Tutkimuksessa käytetty aineisto ja analyysimenetelmät on esitelty luvussa neljä ja tutkimustulokset eli henkilöautoliikenneskenaariot luvussa viisi. Luvussa kuusi verrataan skenaarioita toisiinsa ja aiempiin liikenneskenaarioihin, jotka on esitelty luvussa kolme. Luvun seitsemän muodostaa pohdinta, joka koostuu tutkimuksen yhteenvedosta ja johtopäätöksistä.

2 LIIKENNE JA YMPÄRISTÖ

2.1 Henkilöautoliikenteeseen liittyvät kansalliset ongelmat

Kuten edellä on jo todettu, henkilöautoliikenteeseen liittyy monien hyvien puolien lisäksi myös vakavia ongelmia niin kansallisella kuin kansainväliselläkin tasolla. Tässä luvussa käsitellään eritasoisia liikenteen aiheuttamia kansallisia ongelmia ja haasteita.

2.1.1 Henkilöautoliikenteen yhteiskunnalliset haittavaikutukset

Henkilöautojen kasvava määrä tuo mukanaan monia ongelmia yhteiskunnalle ja yksilöille. Vuonna 2010 tapahtui 6072 henkilövahinkoihin johtanutta tieliikenneonnettomuutta. Näissä onnettomuuksissa kuoli 279 ihmistä ja loukkaantui 8057 henkilöä Suomessa (Tilastokeskus 2011a). Vaikka onnettomuuksien ja kuolemien määrä onkin laskenut sekä turvallisuus parantunut paljon vuodesta 1970, ei se koskaan voi parantua liikaa. Ihanteellistahan olisi, ettei yksikään ihminen loukkaantuisi tai kuolisi tieliikenteessä.

Erityisesti pääkaupunkiseudulla esiintyy yhä pahenevia ruuhka- ja pysäköintiongelmia. Ruuhkat ovat pahimpia aamulla ja iltapäivästä, kun suuri osa ihmisistä kulkee työ- tai koulumatkojaan. Uusimman henkilöliikennetutkimuksen (2006) mukaan vilkkaimmat liikkumisen tunnit ovat kello 15–17, kun työpäivät päättyvät ja monet vapaa-ajanmatkat tai ostos- ja asiointimatkat alkavat. Autot seisovat kuitenkin suurimman osan vuorokaudesta parkissa (Kalenoja & Häyrinen 2003), mikä aiheuttaa erityisesti Helsingin keskustassa parkkipaikkaongelmia. Parkkipaikkojen lisäksi erilaiset tiet ja väylät vievät paljon tilaa ja kallista maa-alaa. Toimivan pysäköintipolitiikan yhtenä tavoitteena onkin kaupunkitilan tehokkaampi käyttö (Kalenoja & Häyrinen 2003).

Kaavoituksessa ja liikennesuunnittelussa henkilöautot ovat saaneet suuren merkityksen muiden liikennemuotojen kustannuksella. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa merkittävästi niin liikkumistarpeisiin kuin liikkumismahdollisuuksiinkin. Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen tulisi tukea kevyttä liikennettä ja joukkoliikennettä, eikä edellyttää autoriippuvaista elämäntapaa (Ristimäki ym. 2011). Erityisesti syrjäisemmillä seuduilla henkilöautoliikenteen kasvu saattaa estää kokonaan julkisen liikenteen kehittymisen. Tiheillä alueilla taas kevyen liikenteen väylästä saattaa usein jäädä riittämättömäksi esimerkiksi tilan

puutteen vuoksi, mikä lisää onnettomuusriskiä. Tiehallinnon Suomen laatupalkintokilpailuhakemuksessa vuodelta 2004 todetaan, että Tiehallinnon vastuulla oleva yleinen tieverkko on kattava kevyen liikenteen väyliä lukuun ottamatta, kun tarkastellaan sen aikaista aluerakennetta ja sen odotettavissa olevia muutoksia (Tiehallinto 2004).

Kun autoiluun on totuttu, kynnys vaihtaa julkiseen liikenteeseen on suuri, eikä julkista liikennettä kannata kehittää vähäisen käyttäjämäärän takia. Kiiskilä ym. (2005) toteavat Nuorten tarpeet liikkujaryhmänä -tutkimuksessa, että autoilukulttuuri voidaan oppia jo lapsena, jolloin vanhemmalla iälläkään ei enää välttämättä osata valita toista kulkutapaa. Vastaavasti lapsena opittu kevyen liikenteen tai julkisen liikenteen käyttö saattaa jäädä tavaksi myös vanhempana (Kiiskilä ym. 2005). Lasten itsenäisen liikkumisen esimerkiksi kävellen tai polkupyörällä on todettu Suomen lisäksi vähentyneen myös muissa Euroopan maissa (Fyri ym. 2011). Samaan aikaan lapsia viedään kouluun entistä enemmän autolla, mikä ei koske ainoastaan pieniä koulutaivaltaan aloittavia lapsia vaan myös ylemmillä luokka-asteilla olevia lapsia. Tällä kehityksellä on liikennekäyttäytymisen kehittymisen lisäksi monia muita epätoivottuja vaikutuksia, koska lapset ovat fyysisesti erityisen aktiivisia (Fyri ym. 2011).

2.1.2 Henkilöautoliikenteen paikalliset ja alueelliset ympäristöhaitat

Liikenteen ympäristöhaitat voidaan luokitella niiden syntyvän mukaan liikennöinnin, ajoneuvojen tuotannon ja kunnossapidon sekä infrastruktuurin haittoihin. Liikennesektorin päästöistä ilmaan 80–90 prosenttia syntyy käytön aikana, 10–15 prosenttia polttoaineen tuotanto- ja jakeluketjun aikana ja 5–15 prosenttia ajoneuvon ja ajoneuvomateriaalien valmistuksen aikana. Vastaavasti valtaosa liikennesektorin energiankulutuksesta on liikenteen aikaista kulutusta (Rauhala ym. 1997).

Ympäristöhaitat voivat olla paikallisia, alueellisia tai globaaleja. Henkilöautoliikenteen paikallisia ympäristövaikutuksia ovat esimerkiksi pakokaasuista aiheutuvat välittömät terveyshaitat, elinympäristön muutokset tai väylän paikallinen estevaikutus. Alueellinen ympäristöhaitta on esimerkiksi happamoituminen, jota pakokaasujen typenoksidit aiheuttavat (Rauhala ym. 1997).

Pakokaasupäästöt ovat yksi suurimmista tieliikenteen aiheuttamista haitoista (Rauhala ym. 1997). Erityisen ongelmalliseksi päästöt muodostuvat liikennemäärien jatkuvan kasvun takia.

Autoliikenteen vähentäminen onkin tehokkain pakokaasupäästöjen vähentäjä, koska täysin saasteetonta moottoriajoneuvoa ei ole ainakaan vielä keksitty. Pakokaasupäästöt ovat erityisen ongelmallisia, koska siellä missä päästöjen määrä on suurin, on myös niille altistuvien ihmisten määrä usein suurin (Rauhala ym. 1997, Lyytimäki 2006).

Toinen liikennemäärien kasvaessa paheneva henkilöautoliikenteen aiheuttama paikallinen ongelma on melu. Liikenteen melulle altistuu Suomessa noin puoli miljoonaa asukasta katujen ja kaavateiden varsilla (Rauhala ym. 1997). Taajamanopeuksilla melu aiheutuu pääasiassa moottorista ja tienopeuksilla renkaan ja tienpinnan välisestä kosketuksesta. Nastarenkaiden käyttö lisää Suomessa tieliikenteen aiheuttamaa melua (Rauhala ym. 1997).

Melu häviää yhtä nopeasti kuin on syntynytkin ja eroaa näin ollen oleellisesti muista ympäristöhaitoista. Melu muodostuukin ongelmaksi vain, jos sille altistutaan, jolloin korostuu melun lähteen sijainti. Yhdyskuntarakenteen kannalta melu on ongelmallista, vaikkei haitan kokijoita olisikaan tällä hetkellä, koska alueella oleva melu rajoittaa kaavoitusta (Rauhala ym. 1997). Melun vaikutusta eläimiin ei ole juuri tutkittu, vaikka meluisan ympäristön on todettu estävän esimerkiksi eläinten kunnolliset lepojaksot (Lyytimäki 2006).

2.1.3 Liikenteen energiankulutus

Liikenteen saastehaittojen taustalla on liikenteen energiankulutus, joka kuluttaa maapallon rajallisia luonnonvaroja. Näin ollen energiankulutuksen vähentämisellä on kaikin puolin positiivisia vaikutuksia ympäristölle. Suomessa energiaa kulutetaan asukasta kohti varsin paljon. Tähän on osasyynä kylmä ilmasto, joka vaatii paljon lämmitystä, ja energiaintensiivinen teollisuutemme (Rauhala ym. 1997). Liikenteen osuus koko energiankulutuksesta oli 16 prosenttia vuonna 2006 (Tilastokeskus 2007a). Valtaosa liikenteen energiankulutuksesta on tieliikenteen energiankulutusta, sillä se on suurin liikennemuotomme, mutta lisäksi myös suhteellisesti tehottomampi liikennemuoto kuin esimerkiksi raideliikenne.

2.2 Liikenne, ilmastonmuutos ja ilmastopolitiikka

Ilmastonmuutos on ollut viime vuosien aikana paljon esillä muun muassa politiikassa ja mediassa (Lyytimäki 2011). Ilmastonmuutoksen etenemisellä on merkittäviä vaikutuksia koko ihmiskunnan tulevaisuudelle, mutta myös maapallon ekosysteemeille. Ilmastonmuutoksen torjunta ja pysäyttäminen vaativat kansainvälistä yhteistyötä, sillä kasvihuonepäästöt leviävät globaalisti.

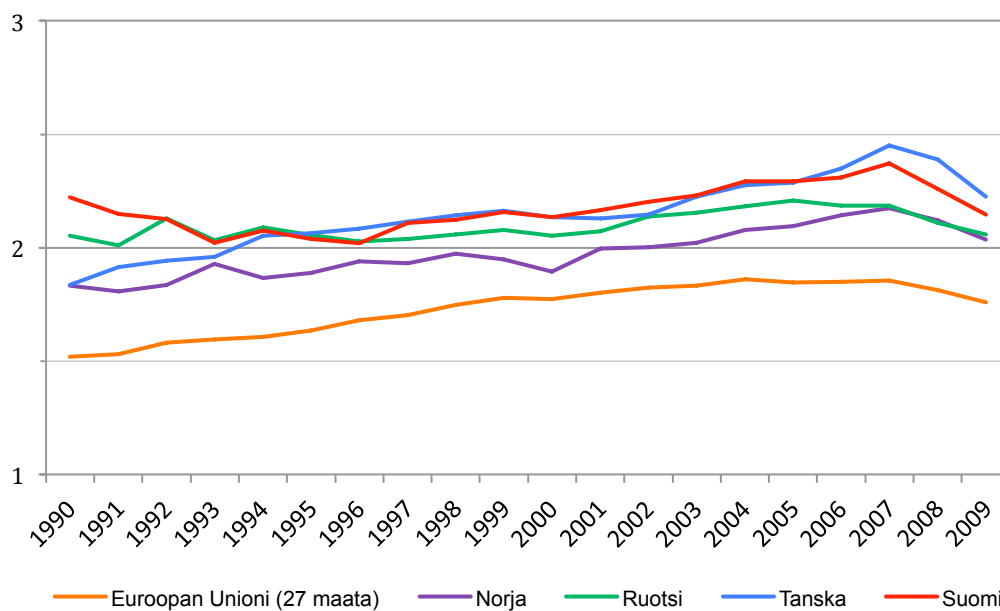
Vuodesta 1977 lähtien maapallon maa-alueiden ja merien yhdistetty keskilämpötila on joka vuosi ollut suurempi kuin 1900-luvun keskiarvo (NCDC 2011). Päästömääriltään ja ilmastovaikutuksiltaan hiilidioksidi on tärkein yksittäinen ihmisen tuottama kasvihuonekaasu, jota vapautuu ilmakehään pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käytön seurauksena (IPCC 2007a). Vuosina 1850–2005 hiilidioksidin pitoisuudet ilmakehässä ovat nousseet noin 35 prosenttia ja samanaikaisesti on havaittu tasainen, yhä voimistuva, epätavallisen nopea maapallon keskilämpötilan nousu (IPCC 2007a). 1–4°C nousu maapallon keskilämpötilassa verrattuna vuosien 1990–2000 keskilämpötilaan voi ennusteiden mukaan aiheuttaa ainakin osittaisen mannerjäätikön sulamisen Grönlannin jäätiköllä ja mahdollisesti myös Länsi-Antarktiksien jäätiköllä. Näiden jäätiköiden sulaminen aiheuttaisi 4–6 metrin tai jopa tätä suuremman merenpinnan nousun, joka uhkaa esimerkiksi saarivaltioita (IPCC 2007b). Ilmastonmuutoksen vaikutukset vaihtelevat paljon alueittain, mutta suuremman kuin 2–3°C nousun arvioidaan joko pienentävän talouden nettotuloa tai kasvattavan nettokustannuksia kaikilla alueilla. Kuitenkin esimerkiksi arktisella alueella jo pienempi lämpötilan nousu aiheuttaa nettokustannusten nousua (IPCC 2007b). Noin 80 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin energiantuotannosta ja kulutuksesta, johon liikenne sisältyy, mikä on viime vuosina sitonut ilmasto- ja energiapolitiikan entistä tiiviimmin toisiinsa (TEM 2008).

2.2.1 Euroopan unionin ilmastopöytäkirjat ja -tavoitteet

Euroopan Unioni on lähtenyt edelläkävijänä rajoittamaan hiilidioksidipäästöjen kasvua. EU on mukana vuonna 1992 hyväksytyssä YK:n ilmastopöytäkirjassa sekä sitä täydentävässä Kioton pöytäkirjassa vuodelta 1997 (LVM 2009a). YK:n ilmastopöytäkirja astui voimaan vuonna 1994 ja Kioton pöytäkirja vuonna 2005 (Tilastokeskus 2010). Kioton pöytäkirja asettaa teollisuusmaille sitovia määrällisiä kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteita.

EU:n vähennystavoite vuoteen 2012 mennessä on 8 prosenttia vuoden 1990 kasvihuonekaasupäästötasosta, mikä on jaettu edelleen jäsenmaakohtaisiksi velvoitteiksi. Suomen velvoite on palauttaa päästöt vuoden 1990 tasolle vuosina 2008–2012. Suomen hiilidioksidipäästöt kuitenkin kasvoivat noin 10 prosenttia vuosina 1990–2009 (LVM 2009).

Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty EU:n (27 maata), Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalentteina asukasta kohti vuosina 1990–2009 (EEA/Eurostat 2010). Kuvasta voidaan nähdä, että liikenteen päästöt ovat olleet kaikissa tarkastelun kohteena olleissa maissa ja EU:ssa nousussa aina vuoteen 2008 asti, jolloin ne ovat laman aiheuttaman liikennemäärien vähenemisen ja ominaispäästöjen pienenemisen vaikutuksesta kääntyneet laskuun. Kuvassa voidaan nähdä myös Suomen 90-luvun alun lama, joka näkyy liikenteen päästöjen pienenemisenä ennen vuotta 1994. Tämän jälkeen Suomenkin liikenteen päästöt kääntyivät taas kasvuun.



Kuva 1. EU:n, Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohti hiilidioksidiekvivalentteina (tonnia CO₂ ekv./asukas). Lähde EEA/Eurostat 2011.

Vuonna 2007 komissio antoi tiedonannon EU:n energia- ja ilmastostrategiasta, jossa määritellään EU:n yhdistetyt ilmasto- ja energiapoliittiset tavoitteet (TEM 2008). Tavoitteenasettelu vahvistettiin keväällä 2007 ja komissio antoi seuraavan vuoden tammikuussa säädösehdotuksen päästöjen rajoittamiseen ja uusiutuvan energian edistämiseen tähtäävistä toimista (TEM 2008). Euroopan unionin kokonaistavoite on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä, mutta mikäli saadaan aikaan

kansainvälinen sopimus päästövähennyksistä, EU sitoutuu 30 prosentin vähennykseen vuoteen 2020 mennessä (LVM 2009a). Uudessa Liikenteen valkoisessa kirjassa visiona on EU:n teollisuusmaissa yleisesti ottaen 80–95 prosentin vähennys kasvihuonekaasupäästöissä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2011). Jotta tämä tavoite saavutettaisiin, vaadittaisiin liikennealalla 60 prosentin vähennystä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä, mikä vastaa noin 70 prosentin vähennystä vuoden 2008 tasosta. Liikennealan tavoite on kuitenkin tällä hetkellä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä noin 20 prosenttia vuoden 2008 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tällöin päästöt olisivat kuitenkin edelleen kahdeksan prosenttia suuremmat kuin vuonna 1990 (Euroopan komissio 2011). Tavoitellut päästövähennykset ovat siis erittäin haastavat toteuttaa.

Päästövähennyksiin pyritään ennen kaikkea EU:n sisäisellä päästökaupalla, joka perustuu haitallisia päästöjä tuottavien laitosten velvollisuuteen omistaa jokaista tuottamaansa päästöyksikköä kohti riittävä määrän päästöoikeuksia. Euroopan komissio määrittää päästöoikeuksien kokonaismäärän kuitenkin pienemmäksi kuin aiempi päästöjen kokonaismäärä, jotta saadaan aikaan päästövähennyksiä. Näillä päästöoikeuksilla laitokset voivat vapaasti käydä kauppaa, jolloin päästöyksiköille muodostuu markkinoilla hinta. Tämä kannustaa entisestään päästövähennyksiin, koska ylimääräiset päästöoikeudet voidaan myydä markkinoilla. Suomessa päästöoikeudet on jaettu ilmaiseksi sekä päästökaupan ensimmäisellä että toisella kaudella (ensimmäinen 2005–2007 ja toinen 2008–2012), mutta toisella kaudella jäsenmaat ovat voineet myös huutokaupata enintään 10 prosenttia päästöoikeuksista (YM 2008). EU:n päästökauppajärjestelmä on EU:n sisäisenä politiikkatoimena suppeampi kuin Kioton pöytäkirjan tarkoittama kansainvälinen päästökauppa.

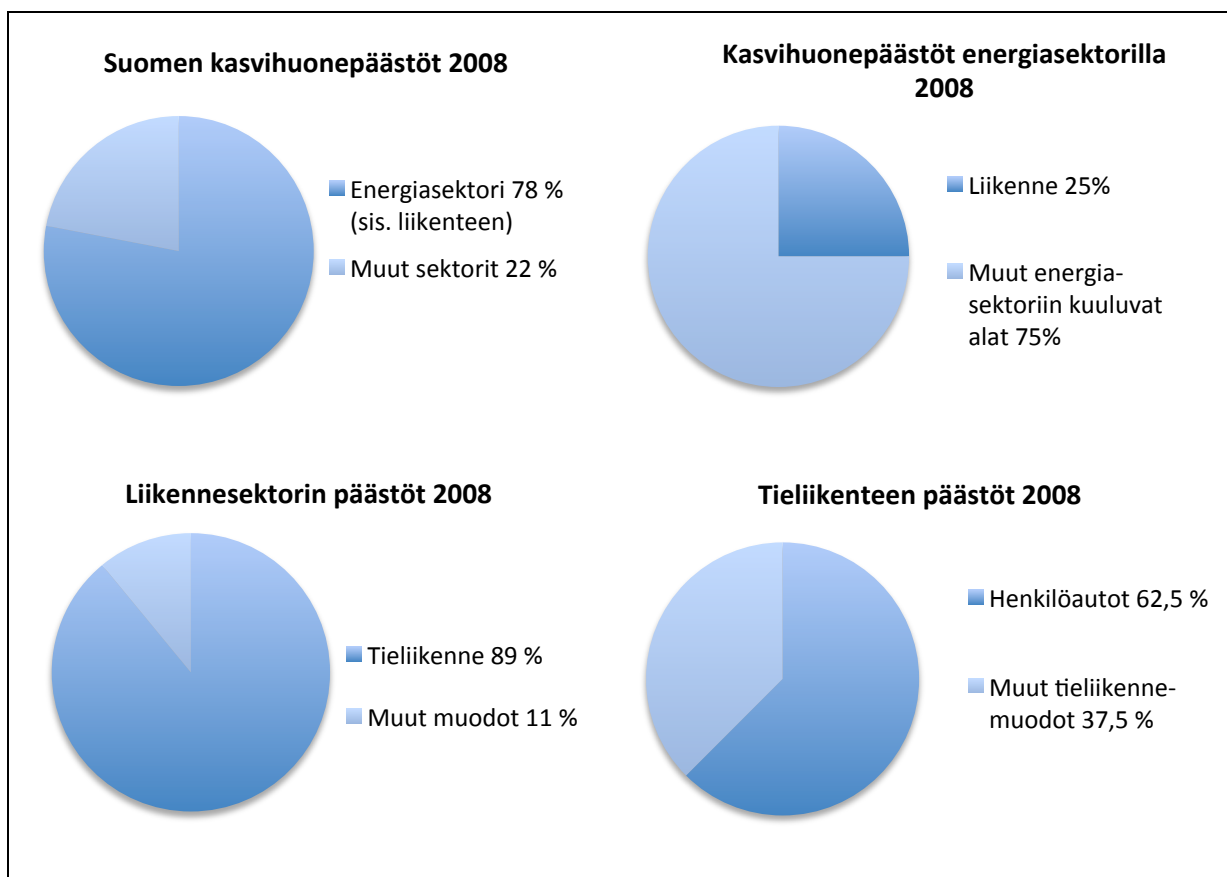
Liikenteen, asumisen ja maatalous- sekä jätesektorien päästöt on kuitenkin jätetty päästökaupan ulkopuolelle (YM 2008). Päästökauppapäätöksen kanssa samanaikaisesti asetettiin kuitenkin myös päästökaupan ulkopuolisia aloja koskeva taakanjakoehdotus, jonka mukaan päästökaupan ulkopuolisten kasvihuonekaasupäästöjen tulisi olla EU:ssa 10 prosenttia pienemmät vuonna 2020 kuin vuonna 2005 (TEM 2008). Ehdotus sisältää jäsenvaltiokohtaiset sitovat päästövähennystavoitteet. Suomen velvoite on vähentää päästökaupan ulkopuolisten alojen päästöjä 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (TEM 2008). Jäsenmaat voivat suurelta osin itse päättää, miten pyrkivät saavuttamaan asetetut tavoitteet.

Lisäksi Euroopan unioni on asettanut uusiutuvien energialähteiden osuutta koskevia tavoitteita. Uusiutuvien energialähteiden osuuden EU:n energiankulutuksesta pitäisi olla 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä (Euroopan komissio 2008). Lisäksi päästökauppasektorin ulkopuolelle jääneen liikennesektorin suhteen katsottiin tarvittavan erityistoimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja energian toimitusvarmuuden parantamiseksi. Näin ollen Eurooppa-neuvosto asetti liikennettä koskevan erityistavoitteen, jonka mukaan kestävästi tuotettujen biopolttoaineiden osuuden bensiinin ja dieselin kokonaiskulutuksesta tulee olla vähintään 10 prosenttia vuonna 2020 (Euroopan komissio 2008).

Uusille rekisteröitäville henkilöautoille on myös asetettu hiilidioksidipäästötavoitteita. Alun perin vuonna 2007 annetussa komission päätöksessä uusien henkilöautojen keskimääräisten hiilidioksidipäästöjen tuli olla korkeintaan 130 grammaa kilometriä kohti vuoteen 2012 mennessä ja vuonna 2020 korkeintaan 95 grammaa kilometrillä (Euroopan komissio 2007). Tätä tavoitetta on kuitenkin hieman lievennetty ja 130 g/km hiilidioksidipäästötavoitetta on lykätty toteutettavaksi asteittain vuosina 2012–2015. Mikäli autonvalmistajat eivät täytä asetettuja päästötavoitteita, ne joutuvat maksamaan liikapäästömaksuja (EY 2009).

2.2.2 Liikenne ja ilmastopolitiikka Suomessa

Liikenne on yksi päästökauppasektorin ulkopuolisista toimijoista ja hallitus asetti vuonna 2008 hyväksytyssä ilmasto- ja energiastrategiassa liikenteelle 15 prosentin päästövähennystavoitteen vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (LVM 2009a). Liikenne on Suomessa varsin merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen tuottaja, sillä sen päästöt olivat 19 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2008 (Tilastokeskus 2010b). Tästä tieliikenteen päästöjen osuus oli 89 prosenttia, josta henkilöautoliikenteen osuus oli suurin: runsaat 60 prosenttia (kuva 2) (Tilastokeskus 2010b). Vuosina 1990–2007 liikenteen päästöt ovat kasvaneet 15 prosenttia volyymin kasvun seurauksena. Suomessa päästöjen kasvu on kuitenkin ollut hitaampaa kuin monissa muissa teollisuusmaissa, sillä esimerkiksi 1990-luvun alun lama leikkasi liikenteen hiilidioksidipäästöjä ja vaikutti merkittävästi päästökehityksen pysymiseen maltillisena koko 90-luvun ajan (kuva 1). Samanaikaisesti henkilöautoliikenteen osuus henkilöliikenteestä on jatkuvasti kasvanut ja sen osuus on tällä hetkellä noin 80 prosenttia (Tilastokeskus 2010a). Liikenteen kasvihuonekaasupäästöosuuksia on havainnollistettu seuraavalla sivulla olevissa ympyrädiagrammeissa (kuva 2).



Kuva 2. Liikenteen ja henkilöautoliikenteen päästöt suhteessa Suomen kaikkiin kasvihuonekaasu(KHK)päästöihin (70,1 milj. t CO₂-ekv.), liikenteen osuus energiasektorin KHK-päästöistä, liikennesektorin KHK-päästöjen jakautuminen ja tieliikenteen KHK-päästöjen jakautuminen vuonna 2008. Lähde: Tilastokeskus 2010b.

Taloudellisen ohjauksen käyttö liikennesektorilla on noussut yhä enemmän esille pyrittäessä päästövähennyksiin. Suomessa otettiin käyttöön hiilidioksidiperusteinen ajoneuvovero vuoden 2008 alusta ja verouudistuksen myötä uudesta autosta maksettava vero määräytyy sen hiilidioksidipäästöjen mukaan. Muiden päästöjen osalta ohjaus perustuu päästönormeihin. Lisäksi vuoden 2010 alusta henkilöautojen vuotuinen ajoneuvovero porrastettiin hiilidioksidipäästöjen mukaan. Myös muita liikennettä koskevia taloudellisia ohjauskeinoja harkitaan Liikenne- ja viestintäministeriön ilmastopoliittisen ohjelman (LVM 2009a) mukaan vakavasti, mikäli näillä keinoilla ei saavuteta haluttuja päästövähennyksiä. Tällä hetkellä liikenteen verotus kohdistuu Suomessa auton hankintaan, käyttöön ja polttoaineisiin (Trafi 2011). Eräissä maissa on lisäksi jo käytössä tietullien kaltaisia alueellisia maksuja, joiden tarkoitus on ohjata ihmiset joukkoliikenteen käyttäjiksi erityisesti suurkaupunkien keskustaan suuntautuvilla matkoilla. Suomessakin tietullia eli niin sanottua ruuhkamaksua on harkittu pääkaupunkiseudulle ja sen vaikutuksia, ohjaavuutta ja kannattavuutta tutkittiin laajasti vuosina 2008–2009 toteutetussa Helsingin seudun ruuhkamaksuselvityksessä (LVM 2009b).

Liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi vuonna 2009 oman ilmastopoliittisen ohjelmansa vuosille 2009–2020 (LVM 2009a). Ohjelma esittelee ne keinot joilla Suomi pyrkii saavuttamaan liikenteelle asetetun 15 prosentin päästövähennystavoitteen. Ensimmäinen keino, jolla päästövähennyksiä tavoitellaan, on henkilöautokannan uudistaminen siten, että uusien henkilöautojen päästöt olisivat vuonna 2020 lähellä EU-tavoitetta eli 95 g/km ja autokanta uudistuisi noin kahdeksan prosentin vuosivauhtia. Vuonna 2009 bensiini- ja dieselautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt olivat 157,1 g/km (AKE 2010). Lisäksi autokannan osalta tavoitteena on, että koko autokannan ominaispäästöt laskevat vuoden 2007 180,1 grammasta/kilometri vuoteen 2020 mennessä 139 grammaan kilometriä kohti. Tämä tarkoittaa kolmanneksen vähennystä Suomen henkilöautokannan ominaispäästöissä. Tähän pyritään ennen kaikkea uudella ajoneuvoverotuksella, jonka tasoa aiotaan raportin mukaan seurata tarkasti. Seurannan perusteella verotusta aiotaan kiristää, mikäli sen taso osoittautuu riittämättömäksi. Autoverouudistusta on kritisoitu siitä, että verotus itse asiassa löystyi monissa päästöluokissa, jolloin erityisesti pienten autojen hankintahinnat laskivat (Nygrén ym. 2011). Tämä voi houkutella kuluttajia ostamaan perheeseen kakkosauton, jolloin autokannan kasvu syö osan saavutettavista päästövähennyksistä. Näin ollen ilman suuripäästöisten autojen romuttamista järjestelmä ei toimi täydellisesti eikä haluttua lopputulosta välttämättä saavuteta.

Liikenne- ja viestintäministeriön ilmastopoliittisen ohjelman (LVM 2009a) toinen päästövähennyskeino on liikenteen energiatehokkuuden parantaminen koko liikennesektorilla esimerkiksi tavarankuljetusten ja joukkoliikenteen energiansäästösopimuksilla, autojen energiatehokkuutta parantamalla, taloudellisella ajotavalla ja liikennejärjestelmäsuunnittelulla. Kolmanneksi kaupunkiliikenteen henkilöliikenteen kasvu ohjataan ympäristön kannalta edullisempiin kulkumuotoihin. Lisäksi tieto- ja viestintäpolitiikalla tuetaan Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista. Viimeisenä keinona mainitaan muut liikenteen taloudelliset ohjauskeinot, joista päätetään vuonna 2012, mikäli päästövähennystavoitteita ei ole saavutettu edellä mainituilla keinoilla (LVM 2009a).

Vuonna 2010 ilmestyi ensimmäinen ILPO -ohjelman seurantaraportti (Jääskeläinen 2010). Raportissa todetaan, että tieliikenteen suorite pieneni taloudellisen taantuman takia vuonna 2008 noin 0,5 prosenttia. Tämä johtui erityisesti henkilöautosuoritteen pienenemisestä, kun taas tavaraliikennesuorite pysyi melko vakaana. Seuraavana vuonna taas henkilö- ja pakettiautoliikenteen suoritteet kasvoivat lähes 2 prosenttia, mutta kuorma-autoliikennesuorite pieneni maanteillä lähes 11 prosenttia. Silti yhteensä tieliikennesuorite

kasvoi vuonna 2009 vajaan prosentin (Jääskeläinen 2010). Vuosina 2008 ja 2009 tieliikenteen päästöt laskivat. Väheneään vaikuttivat laman aiheuttamien suoritemuutosten lisäksi vuoden 2008 alusta voimaan tullut autoverouudistus ja biopolttoaineiden jakeluvelvoite (biopolttoaineita 2 prosenttia liikennepolttoaineista vuonna 2008 ja 4 prosenttia vuonna 2009). Näiden seikkojen vaikutuksesta liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2008 noin neljä prosenttia verrattuna vuoden takaiseen ja vuonna 2009 vielä kolme prosenttia verrattuna vuoteen 2008 (Jääskeläinen 2010). Liikennesuoritteiden kasvu uhkaa silti edelleen syödä autoverouudistuksen ja biopolttoaineiden avulla saavutetut vähenemät. Esimerkiksi vuonna 2009, vaikka biopolttoaineiden osuus oli kaksi kertaa suurempi kuin edellisellä vuonna, liikenteen päästöt pienenevät vähemmän kuin vuonna 2008. Näyttää siis siltä, että tieliikennesuoritteiden alle yhden prosentin kasvu riitti kumoamaan biopolttoaineosuuden kaksinkertaistumisen tuoman hyödyn (Jääskeläinen 2010).

3 TULEVAISUUDENTUTKIMUS JA SEN KÄYTTÖ LIIKENNETUTKIMUKSESSA

Tutkimuksen teoreettinen pohja on tulevaisuudentutkimuksessa, jonka keskeisiä käsitteitä ja piirteitä kuvataan seuraavassa luvussa 3.1. Tämän jälkeen esitellään aiempia eurooppalaisia ja suomalaisia liikenneskenaarioita luvussa 3.2.

3.1 Tulevaisuudentutkimus

Tässä tutkimuksessa muodostetaan tulevaisuustietoa Suomen henkilöautoliikenteestä. Tulevaisuudentutkimus on melko uusi tiedonala, sillä termi on otettu käyttöön vasta 1960-luvulla. Tulevaisuudentutkimuksen eräänä lähtökohtana pidetään kuitenkin 40-luvulta peräisin olevia historioitsija Ossip K. Flechtheimin kirjoituksia, joissa hän otti käyttöön termin futurologia (Malaska 2003). Samaan aikaan syntyi lähinnä Yhdysvalloissa toinen tulevaisuudentutkimuksen suuntaus, jonka lähtökohtana olivat sotilaalliset ja suurvaltapoliittiset kysymyksenasettelut. Tätä kautta kehitetyt menetelmät levisivät kaupalliselle sektorille ja yritysten sekä muiden organisaatioiden suunnitteluun (Malaska 2003). Tulevaisuudentutkimuksen suosio nousi 1900-luvun loppupuolella seurauksena maailman monimutkaistumisesta ja muutosten nopeutumisesta sekä muuttumisesta vaikeammin hallittaviksi (Niiniluoto 2002).

Monitieteisistä lähtökohdista saadaan näkökulmia ja menetelmiä, joiden avulla nykyhetkestä saatavan tiedon avulla voidaan tähyttää tulevaisuuteen. Nykyinen tiede antaa mahdollisuuksia tulevaisuuden joidenkin piirteiden ennustamiseen tai ainakin vaihtoehtoisten tulevaisuuksien todennäköisyyden arviointiin (Niiniluoto 2002). Arvokkaampaa kuin ennustaminen on kuitenkin niin sanottu aktiivinen näkemys tulevaisuuden suunnittelusta ja muokkaamisesta. Tämä tarkoittaa sitä, että strategisesti pohditaan, mitä meidän tulisi tehdä, jotta toivottavina pitämämme päämäärät toteutuisivat tulevaisuudessa ja epätoivotut uhkat jäisivät toteutumatta (Niiniluoto 2002). Tämä näkökulma on tärkeä perusta tälle tutkimukselle, pohdittaessa kuinka voidaan suunnitella tulevaa niin, että päästään haluttuihin tuloksiin Suomen liikennesektorin ja erityisesti henkilöautoliikenteen kehityksessä.

3.1.1 Tulevaisuudentutkimuksen määritelmä ja tiedon käsite tulevaisuudentutkimuksessa

Tulevaisuudentutkimus sijoittuu tieteellisen tutkimuksen kentässä lähelle yhteiskuntatieteitä ja humanistisia tieteitä. Kuten muillakin tieteen aloilla, tulevaisuudentutkimuksessa tiedoksi ymmärretään hyväksyttävällä tavalla perusteltu uskomus (Malaska 2003). Kuitenkin tulevaisuudentutkimuksessa tarvitaan tavanomaista laajempaa tiedonkäsitystä. Muiden tieteiden rajatunnukset käsitykset voidaan nähdä tulevaisuudentutkimuksen tiedonkäsityksen erikoistapauksina. Tulevaisuudentutkimuksen tiedonkäsitys ei siis ole muiden tieteiden tiedonkäsityksen kanssa ristiriidassa, mutta se on merkittävältä osilta laajempi kuin muiden tieteiden tiedonkäsitys (Malaska 2003).

Tulevaisuudentutkimuksessa tieto ei voi olla arvoneutraalia, vaan on otettava huomioon objektiivisen todellisuuden lisäksi subjektiivinen arvorationaalinen todellisuuden alue. Tulevaisuudentutkimuksessa myös yksilön arvotuksesta riippuvat tekijät, kuten mikä on hyvää ja mikä on oikein, ovat tärkeitä, eikä ainoastaan se, mikä on totta tai tosiasioista johdettavissa (Malaska 2003). Tämä ei koske ainoastaan keinojen valintaa annetun päämäärän saavuttamiseksi vaan itse päämäärien valintaa hyvän elämän näkökulmasta. Tulevaisuudentutkimuksessa lähdetään siitä, että näistäkin asioista ja ongelmista voidaan rationaalisesti keskustella ja niitä voidaan tutkia sekä saada niistä tutkittua tietoa (Malaska 2003). Tieto tulevaisuudesta on siis yleisen tiedekäsityksen lisäksi perusteluiltaan näkemyksellistä ja kontingenttia (kts. luku 3.1.2).

Tulevaisuudentutkimus nojaa empiirisesti kaikkien tieteiden tuottamaan tietoon ja muuhun inhimilliseen kokemustietoon ja ymmärrykseen. Tähän kokonaisuuteen se tuo kuitenkin oman lisänsä. Tulevaisuudentutkimuksen tuottama tieto on visionääristä, näkemyksellistä, arvorationaalista ja merkitystä antavaa (Malaska 2003). Sillä on merkitystä nykyhetkessä, koska se mahdollistaa tulevaisuuden mahdollisuuksien ymmärtämisen ja tiedostamisen. Tulevaisuus onkin olemassa jo nykyisyydessä erilaisina mahdollisuuksina.

Tulevaisuudentutkimukseen liittyy aina jokin tarkoitus tai intressi, minkä takia se onkin aina perusluonteeltaan välineellistä. Tulevaisuudentutkimuksen tavoitteena on vaikuttaa yhteiskunnalliseen kehitykseen hallituksen, eduskunnan, yrityksen, kunnan tai esimerkiksi yleisen mielipiteen muuttamisen kautta. Tulevaisuutta koskevan totuuden etsiminen ei siis ole tulevaisuudentutkimuksen tavoite (Mannermaa 1993).

Niinpä tässäkin tutkimuksessa ei pyritä löytämään oikeaa vastausta siihen, kuinka Suomen henkilöautoliikenne tulee kehittymään vaan kartoitetaan asiantuntijoiden mielestä todennäköisiä ja toivottavia kehityskulkuja. Asiantuntijoilta kysytään tässä tutkimuksessa todennäköistä ja toivottavaa tulevaisuutta, jotta arvoperusteisuus jäsenyysi selkeämmin. Näkemykset molemmista tulevaisuuden vaihtoehdoista rakentuvat kunkin asiantuntijan henkilökohtaisen arvopohjan päälle, eivätkä nämä henkilökohtaiset arvot voi olla vaikuttamatta näkemyksiin. Arvojen rooli on tulevaisuudentutkimuksessa vielä korostuneempi kuin yhteiskuntatieteissä yleensä, koska tulevaisuudentutkimus on ainakin jossain määrin aina myös tulevaisuuden tekemistä ja vaikuttamista päätöksentekoon (Mannermaa 1993).

3.1.2 Tulevaisuuden kontingenssi

Tulevaisuutta ei aistihavaintojen empiirisessä mielessä ole olemassa, mikä tekee tulevaisuudentutkimuksesta muista tieteenaloista poikkeavan tiedonalan (Malaska 2003). Tulevaisuus ei ole tutkimuksen tekohetkellä vielä määräytynyt miksikään, josta voitaisiin tietää varmaksi tai jota voitaisiin tutkia. Tulevaisuus onkin luonteeltaan kontingentti eli se on olemassa vain mahdollisen eri vaihtoehtoina eli tällä hetkellä ajateltavissa olevina mahdollisuuksina (Malaska 2003). Todellisuus voi myöhemmin osoittautua tulevaisuustietona esitetyn uskomuksen mukaiseksi tai erilaiseksi. Tulevaisuudentutkimuksen empiirinen tutkimuskohde onkin nykyisyydessä, mutta myös menneisyydessä, joita tarkastellaan monitieteisestä näkökulmasta tavoitteena teoreettisen ja empiirisen tutkimuksen avulla muodostaa perusteltuja kehityskulkuja tulevaisuudesta (Mannermaa 1993). Tulevaisuuden vaihtoehdot ovat indeterministisiä, sillä nykyhetkellä tulevaisuus ei ole vielä muotoutunut miksikään vaan se on aidosti kontingentti. Tämä tarkoittaa myös sitä, että tulevaisuudet ovat vielä valinnan kohteena ja tulevaisuuteen voidaan vaikuttaa ihmistoimin ja valinnoin. Aikanaan jostakin tulevaisuudesta tulee uusi nykyisyys eli jokin vaihtoehto toteutuu. Tulevaisuudentutkimus tuottaa siis epävarmaa, mutta jäsentynyttä tietoa epävarmoista kohteista.

3.1.3 Tulevaisuudentutkimuksen tehtävät

Tulevaisuudentutkimuksella on monta tehtävää, kuten pyrkimys laajentaa ihmisten tietoisuutta ja sitä kautta kehittää heidän taitojaan, käyttäytymistään ja valintojaan.

Tulevaisuudentutkimuksen avulla myös laajennetaan ihmisten aikaperspektiiviä nykyisestä kauas tulevaan, mutta myös vastakkaiseen suuntaan eli menneisyyteen ja historiaan (Malaska 2003). Näin avataan uusia näköaloja tulevaisuuden vaihtoehtoihin ja tehdään ne ymmärrettäviksi. Samalla tehdään ymmärrettäväksi, ettei tulevaisuus ole ennalta määrätty vaan siihen voidaan vaikuttaa ihmisten johdonmukaisella toiminnalla (Malaska 2003). Tulevaisuudentutkimuksessa kuvataan yleisellä tasolla sellaisia mahdollisuuksia ja ehtoja, joilla erilaiset tulevaisuudet olisivat toteutettavissa nykytilanteesta käsin ja arvioidaan niitä tekijöitä, jotka tekisivät tarkasteltavista visioista joko toivottavia tai torjuttavia (Malaska 2003).

Tärkeä osa tulevaisuudentutkimusta on myös kuvata todennäköisiä passiivisen kehityksen kulkua, jotka muodostavat lähtökohdan tarvittavien tekojen määrittelylle, jotta saavutettaisiin asetetut tavoitteet. Näitä ovat niin sanotut Business as usual -tarkastelut, joissa tarkastellaan tulevaisuutta siitä näkökulmasta, että kehitys jatkuu samansuuntaisena kuin tähänkin asti. Tulevaisuudentutkimuksen avulla pyritään myös arvioimaan tekniikan kehitystä tarpeista käsin ja selvittämään tekniikan valintaperusteita sekä tekniikan merkitystä kehityksen näkökulmasta. Samalla pyritään myös paljastamaan inhimillisen toiminnan luomia uhkia ja riskejä ja analysoimaan niitä koskevaa yhteiskunnallista ja demokraattista päätöksentekoa (Malaska 2003).

Tässä tutkimuksessa tulevaisuudentutkimuksen avulla pyritään hahmottelemaan Suomen henkilöautoliikenteen erilaisia kehityskulkua vuoteen 2030 asti liikennealan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta. Tarkoituksena on laatia vaihtoehtoisia skenaarioita, jotka eivät ole vain taustadatan ja kasvuprosenttien pohjalta laadittuja Business as usual -pohdintoja, vaan antavat kuvan siitä, kuinka erilainen tulevaisuus voi olla riippuen niistä valinnoista, joita teemme tässä hetkessä.

Tutkimuksessa kysytään alan asiantuntijoiden mielipiteitä, sillä asiantuntijoiden on väitetty olevan todennäköisesti maallikkoja enemmän oikeassa arvioidessaan sitä, mitä tulevaisuudessa todennäköisesti tapahtuu (Mannermaa 1993). Menetelmä on lähtenyt siitä, että jokin joukko todella tiesi erikoisalansa tulevaisuudesta enemmän kuin niin sanottu tavallinen kansalainen ja oli myös valmis jakamaan parhaan tietonsa. Näkemystä parhaan tiedon esittämisestä on kuitenkin kritisoitu, koska varsinkin, kun vastaaja esiintyy anonymisti ja mielipiteiden esittäjää ei voida tunnistaa, hänen on houkuttelevaa esittää kantoja, jotka muokkaavat yleistä mielipidettä hänen toivomaansa suuntaan. Lisäksi on

arvioitu, että valikoitujen asiantuntijoiden joukko on yleensä tarkempi arvioissaan kuin satunnaisesti valitut asiantuntijat (Mannermaa 1993). Käytettyjen asiantuntijoiden pätevyysalue ei myöskään saa olla liian kapea, sillä monesti pätevän arvion tekeminen vaatii laajaa näkemystä koko tutkittavasta aiheesta ja sen kehityksestä. Asiantuntijoiden valintaprosessia on kuvattu tarkemmin luvussa 4.1.

Asiantuntijoita pyydettiin tutkimuksessa erittelemään todennäköiset ja toivottavat tulevaisuuskuvansa. Tulevaisuuskuvat ovat tulevaisuuden tilaa koskevia näkemyksiä, jotka rakentuvat nykyhetken ja menneisyyden ymmärryksestä, tiedosta, tulkinnoista, havainnoista, uskomuksista, odotuksista, arvoista, toiveista ja peloista (Vapaavuori & von Bruun 2003). Tulevaisuuskuvat vaikuttavat päätöksiin ja valintoihin yksilön ja yhteiskunnan tasolla sekä tietoisesti että tiedostamattomasti. Tulevaisuudenkuvilla on merkitystä yksilöllisellä ja yhteiskunnallisella tasolla motivoivana ja aktivoivana tekijänä päätöksenteossa ja valinnoissa. Samalla, kun nyt tehtävät päätökset vaikuttavat toteutuvaan tulevaisuuteen, tulevaisuudenkuvat vaikuttavat päätöksiin ja valintoihin (Vapaavuori & von Bruun 2003). Mahdollisten tulevaisuuskuvien joukosta voidaan erotella todennäköiset tai toivottavat tulevaisuuskuvat, mikä liittyy tulevaisuuskuviin arvion niiden toteutumisen suuremmasta todennäköisyydestä tai toivottavuudesta (Amara 1981). Toivottavankin tulevaisuuskuvan tulee olla vastaajan mielestä mahdollinen, jolloin todennäköisiä ja toivottavia tulevaisuuskuvia voidaan analyysissä tarkastella samanaikaisesti, kuten tässä tutkimuksessa on tehty.

3.1.4 Tulevaisuudentutkimuksen tieteidenvälisyys

Tulevaisuudentutkimuksen keskeinen ominaisuus on tieteidenvälisyys, koska tavoitteena on luoda kattavia skenaarioita, joissa todellisuuden eri puolet on otettu huomioon (Kamppinen 2002). Tulevaisuudentutkimuksessa nykyhetkessä olevasta empiirisen tutkimuksen kohteesta pyritään monitieteisen tutkimuksen keinoin saavuttamaan mahdollisimman laaja-alainen ymmärrys ja tätä kautta kuvaus ja selitysmallit (Mannermaa 1993). Näin ollen tulevaisuudentutkimukselta voidaan odottaa samojen tieteellisyyden kriteerien täyttymistä, jotka yhteiskuntatieteille yleensäkin asetetaan, mutta tieteidenvälisyyden lisävaatimuksella (Mannermaa 1993). Tulevaisuudentutkimus on luonteeltaan laaja-alaista, sitä ei voida rajata yhden tieteenalan piiriin, koska tulevaisuus ei tunne alojen sektorikohtaisia rajoja. Myös ympäristönsuojelussa tieteidenvälisyys ja poikkitieteisyys ovat tärkeitä, jotta ongelmat

voidaan havaita ja niitä voidaan korjata ja ehkäistä mahdollisimman tehokkaasti (Willamo 2005). Näin ollen tulevaisuudentutkimus muodostaa hyvän parin ympäristönsuojelutieteen kanssa tavoiteltaessa sellaista Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuuden suuntaa, jolla vältettäisiin tai ainakin lievennettäisiin henkilöautoliikenteen aiheuttamia ympäristöongelmia.

3.2 Tulevaisuudentutkimus ja liikenne – Aiempia liikenneskenaarioita

Liikenne-ennusteita ja -skenaarioita on tehty jo pitkään esimerkiksi liikennesuunnittelun tueksi. Sen jälkeen, kun ilmastonmuutos on noussut nykyisessä laajuudessaan esille poliittisessa keskustelussa, on liikennekin joutunut tässä suhteessa suurennuslasin alle. Ilmastonmuutoskeskustelun myötä liikennettä ja sen päästöjä sekä näihin vaikuttavia ympäristöpoliittisia ohjauskeinoja on tutkittu paljon niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Erilaisia skenaarioita sekä tulevaisuustarkasteluita on tehty paljon myös ilmastonäkökulmasta. Suomea ja Euroopan unionia koskevia ilmastopoliittisia tavoitteita on käsitelty luvussa 2.2., mutta miltä näyttävät liikennettä koskevat ennusteet ja skenaariot Suomessa sekä muualla maailmassa?

3.2.1 Eurooppalaiset ja globaalit liikenneskenaariot ja tulevaisuuskuvat

Tarkastelen suomalaisten skenaarioiden lisäksi myös muutamia eurooppalaisia ja yhtä globaalia skenaariota sen OECD-maita koskevilta osin. OECD on lyhenne sanoista Organisation for Economic Cooperation and Development eli suomeksi Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö. OECD:iin kuuluu Suomen lisäksi 33 teollisuusmaata ympäri maapalloa lähinnä Pohjois-Amerikan, Euroopan ja Australian mantereilta (OECD 2011).

Erityisesti Euroopan sisällä kulttuuri on liikkumisen suhteen melko samankaltaista. Tilanne on melko erilainen, jos verrattaisiin esimerkiksi Yhdysvaltojen henkilöliikennettä ja erityisesti henkilöautoliikennettä Suomen tilanteeseen. Yhdysvallat on hyvin autoistunut maa (780 henkilöautoa/1000 asukasta) verrattuna jopa Saksaan, jossa on Euroopan maista korkein henkilöautotiheys (560 henkilöautoa/1000 asukasta) ja näin ollen myös liikennekäyttäytyminen on Yhdysvalloissa hyvin erilaista verrattuna Euroopan maihin (Buhler 2011). Suomen henkilöautotiheys oli 506 autoa/1000 asukasta vuonna 2008 (TraFi 2009, Tilastokeskus 2011b). Näin ollen, vaikka maiden välillä toki on myös eroja, tässä

tutkimuksessa muodostettujen skenaarioiden vertaaminen myös eurooppalaisiin skenaarioihin on mielekästä.

Globaaleiden skenaarioiden OECD-maat ovat toisiinsa nähden erilaisempia niin ympäristöltään kuin kulttuuriltaan kuin Euroopan maat, mutta skenaarioiden näkökulma ja raja-
aus on sellainen, että niitäkin on mielekästä ja mielenkiintoista tarkastella tässä yhteydessä. Aloitetaan tarkastelemalla näitä laajimpia skenaarioita OECD-maiden osalta. Cuenot ym. (2010) ovat muodostaneet kaksi vaihtoehtoista globaalia liikenneskenaariota vuoteen 2050 pohjautuen International Energy Agency (IEA) liikkuvuusmalliin. Skenaarioissa tarkastellaan erikseen OECD-maiden ja OECD:iin kuulumattomien maiden liikenteen kehitystä. Näissä skenaarioissa keskitytään henkilöliikenteen suorite-ennusteiden lisäksi näissä skenaarioissa myös toimiin, joilla tämänkaltaisen tulevaisuuden nähdään olevan saavutettavissa.

Ensimmäinen kahdesta skenaariosta eli Perusura-skenaario on johdettu liikennetilastoista alkaen vuodesta 1975. Lisäksi skenaariota laadittaessa on otettu huomioon arviot avaintekijöistä, kuten bruttokansantuotteesta henkeä kohti ja valtiokohtaisesti sekä viimeisen 10–15 vuoden matkustustrendeistä. Perusuraskenaarion lisäksi tutkimuksessa muodostettiin Modal shift (kulkutapajakauman muutos) -skenaario, jossa tavoitellaan dramaattista vähenemää energiasektorin kasvihuonekaasupäästöissä. Tämän skenaarion kulkutapajakaumat on muodostettu analysoimalla monia politiikkatoimia, joilla tähdätään motorisoidun yksityisen liikkumisen (kuten henkilöautoliikenteen) ja lentoliikenteen käytön vähentämiseen. Modal shift -skenaariossa yksityisautoilun ja muun yksityisen moottoroidun liikenteen määrää saadaan vähennettyä tehokkaammalla kaupunkisuunnittelulla, infrastruktuuria ja julkisen liikenteen järjestelmiä parantamalla, telekommunikaatiolla ja etätyöllä sekä politiikalla, joka kannustaa julkisen liikenteen käyttöön (Cuenot ym. 2010).

Perusura-skenaariossa kokonaishenkilöliikennesuoritteet kasvavat noin 20 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2050 mennessä, kun taas Modal shift -skenaariossa henkilöliikennesuorite pienenee 20 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Keinoina Modal shift -skenaariossa kulkutapajakauman muuttamiseen ja tämän seurauksena kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseen ovat maankäytön tehostaminen, etätyö, parkkipaikkapolitiikka, autojen yhteiskäyttö, tienkäyttömaksut, nopeat linja-autoyhteydet ja siirtyminen kevyeen liikenteeseen. Cuenotin ym. (2010) mukaan suurempikin

kulikutapajakauman muutos kuin tässä skenaariossa on oletettu on mahdollinen vuoteen 2050 mennessä, jos voimakkaat toimet otetaan käyttöön pian ja niitä kiristetään progressiivisesti ajan kuluessa.

Cuenotin ym. (2010) skenaarioissa ei ole painotettu talouskasvun ja liikenteen kehityksen suhdetta, mutta ilmeisesti jonkinlainen kasvuoletus näiden skenaarioiden takana on. Lopez-Ruiz (2010) puolestaan on tarkastellut erityisesti talouskasvua, liikennettä ja julkisen politiikan tehokkuutta tähdättäessä kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseen Ranskaa koskevissa kolmessa liikenneskenaarioissaan vuoteen 2050. Nämä skenaariot ovat varsin kasvukriittisiä päästöjen suhteen. Teknologiaskenaariossa (Promoting strict technology standards) noudatetaan tiukkoja teknologiastandardeja ja skenaariossa saavutetaan 48 prosentin kasvihuonekaasupäästövähennykset vuoden 2000 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Skenaariossa on oletettu, että liikenneinfrastruktuuriin kohdistuvat investoinnit ovat jatkuvia, mutta liikennekäyttämiseen ei vaikuteta merkittäväällä politiikalla. Päästövähennykset saavutetaan siis lähinnä moottoriteknologian parantumisella ja uusilla teknologioilla. Tässä skenaariossa hybridautot yleistyvät vuodesta 2010 eteenpäin ja sähköautot vuodesta 2015 eteenpäin.

Lopez-Ruizin (2010) kahdessa muussa skenaariossa saavutetaan vuoteen 2050 mennessä jopa yli 75 prosentin vähennykset kasvihuonekaasupäästöissä verrattuna vuoden 2000 tasoon. Tällöin ylitettäisiin jopa Euroopan unionin vuonna 2011 julkaiseman liikenteen valkoisen kirjan koko Euroopan unionia koskeva visio vuodelle 2050, jonka mukaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä tulisi vähentää yhteensä 60 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2011).

Tämä taso saavutetaan näissä kahdessa skenaariossa kuitenkin eri tavalla. Toisessa skenaariossa, nimeltään Vihreä kulikutapajakauma (Green multimodality), päästövähennykset perustuvat siihen, että liikennettä siirtyy ympäristöystävällisempiin kulutapoihin. Nämä kulutavat ovat kuitenkin samanaikaisesti myös hitaampia, jolloin liikkumiseen käytetty aika pitenee ja suhteelliset päästöt laskevat. Esimerkiksi julkisen liikenteen käyttö lisääntyy tässä skenaariossa huomattavasti (Lopez-Ruiz 2010). Kolmannessa skenaariossa Liikenteen ja bruttokansantuotteen irtikytkentä (Decoupling between transport activities and GDP) sen sijaan kuljetut matkat lyhenevät yhteiskuntarakenteen tiivistymisen seurauksena ja liikkumiseen kulutettu aika pysyy ennallaan. Tähän kehitykseen kannustavat

markkinamekanismit ja liikkumisen kustannusten nousu. Tässä skenaariossa kasvihuonekaasupäästöt laskevat yli 75 prosenttia vuoden 2000 tasosta vuoteen 2050 mennessä, vaikka liikkuvuus samaan aikaan lisääntyy. Tämä on mahdollista, koska matkat ovat lyhyempiä ja ne kuljetaan ympäristöystävällisillä pienipäästöisillä (lähes nollapäästöisillä) kulkuvälineillä ja alemmalla keskinopeudella. Matkojen lyhentyessä matkustamiseen kulunut aika säilyy kuitenkin ennallaan (Lopez-Ruiz 2010).

Käsittelen vielä kahta kansallisen tason skenaariotarkastelua, joista ensimmäinen koskee Iso-Britanniaa ja jälkimmäinen Ruotsia. Chatterjee ja Gordon (2006) ovat muodostaneet viisi Iso-Britanniaa koskevaa liikenneskenaariota, jotka ulottuvat vuoteen 2030. Skenaariot ovat nimeltään Maailmanmarkkinat (World markets), Alueellinen yritys (Provincial enterprise), Globaali kestävyys (Global sustainability), Paikallistalous (Local stewardship) ja Perusura (Reference case). Chatterjeen ja Gordonin (2006) kaikissa skenaarioissa henkilöliikennesuoritteiden uskotaan jatkavan kasvuaan. Liikennesuoritteiden suhteellinen kasvu on 18–51 prosenttia vuodesta 2000 vuoteen 2030 riippuen skenaariosta. Tieliikenteen päästöt kasvavat kaikissa skenaarioissa liikennesuoritteita hitaammin tai kahdessa skenaariossa jopa vähenevät kasvavasta suoritteesta huolimatta (Globaali kestävyys ja Paikallistalous). Kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisen taustalla ovat kaikissa skenaarioissa teknologian kehitys sekä yleistyvät vaihtoehtoista energiaa hyödyntävät ajoneuvot, kuten sähköautot. Lisäksi liikennettä siirtyy henkilöautoliikenteestä energiatehokkaampiin henkilöliikennemuotoihin. Näissä skenaarioissa on siis nähtävissä liikenteen energiantensiivisyyden pienenemistä ja dekarbonisoitumista. Muutosten ajavana voimana ovat lähinnä erilaiset taloudelliset ohjauskeinot, kuten kaupunkien sisäiset ruuhkamaksut tai kaupunkien väliset tietullit (Chatterjee & Gordon 2006).

Åkerman ja Höjer (2006) puolestaan esittelevät artikkelissaan tulevaisuuskuvan kestävästä liikennejärjestelmästä Ruotsissa vuonna 2050 ja perusuratulevaisuuskuvan vuonna 2050. He toteavat, että vaikka energian käyttö henkilökilometriä tai tonnikipometriä kohti suunnilleen puolittuisi, kokonaisenergiankulutus pysyisi suunnilleen vuoden 2000 tasolla, koska liikennesuoritteiden ennustetaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä. Sen sijaan kestäväälle tasolle voitaisiin päästä, jos energian kulutus puolittuisi ja samaan aikaan liikennesuoritteet pysyisivät vuoden 2000 tasolla. Toisin sanoen jatkuvasti kasvavan liikenteen trendi täytyy murtaa, jotta päästään ilmastoon suhteen kestäväälle tasolle (Åkerman & Höjer 2006).

Liikenne jaetaan Åkermanin ja Höjerin (2006) tutkimuksessa haluttuihin matkoihin ja rakenteen pakottamiin matkoihin. Ensimmäisellä tarkoitetaan matkoja, jotka tehdään jonkin houkuttelevan päämäärän saavuttamiseksi ja toisella matkoja, jotka ovat nykyisessä yhteiskunnan rakenteessa välttämättömiä, jotta saavutetaan joitakin elintärkeitä asioita, kuten palkansaanti tai jokapäiväisten ostosten teko. Tutkimuksessa painotetaan pakollisten matkojen osuuden pienentämistä, jotta ihmisille voidaan kuitenkin sallia heidän haluamiaan matkoja tai näiden määrä voi jopa lisääntyä. Nykyisellään yhtäkkinen tapahtuma, kuten voimakas öljyn hinnan nousu johtaa nimenomaan haluttujen matkojen karsimiseen (Åkerman & Höjer 2006).

Vuoden 2050 kestävä liikenteen tulevaisuuskuvassa noin puolet liikennepolttoaineista on peräisin uusiutuvasta primäärienergiasta. Liikennesuoritteet ovat suunnilleen vuoden 2000 tasolla, mutta energiatehokkuus on parantunut huomattavasti (Åkerman & Höjer 2006). Liikennesuoritteiden kasvua ehkäisee se, että monet työskentelevät verkko-organisaatioissa. Edellytyksenä tälle ovat olleet infrastruktuurin ja toimintojen sijoittumisen muutokset. Tässä tulevaisuudenkuvassa auton käyttö henkeä kohti lyhyillä matkoilla on enää puolet vuoden 2000 henkilöauton käytöstä. Pakollisten arkimatkojen määrä on vähentynyt kolmanneksella, jolloin haluttuja matkoja voidaan lisätä 30 prosenttia (Åkerman & Höjer 2006).

3.2.2 Suomalaiset liikenneskenaariot ja -tutkimukset

Liikenne-ennusteilla tarkoitetaan lähinnä liikenteen sujuvuuteen, kuten ruuhkaisuuteen tai jonkin tieosuuden käyttöasteeseen liittyviä ennusteita, joita laativat esimerkiksi ympäristökeskukset. Skenaarioitakin on monenlaisia, osa keskittyy enemmän jonkin tietyn alueen liikenneolojen tulevaisuudennäkymien arviointiin ja osa on tämän tutkimuksen kanssa samantyyppisiä ilmastonmuutoslähtöisiä skenaarioita, joita keskityn tarkastelemaan tässä luvussa.

Liikenne- ja viestintäministeriö teetti Valtion Teknillisellä Tutkimuskeskuksella (VTT) selvityksen liikenteen energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen skenaarioista osana kansallisen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian (ILPO) valmistelua vuosina 2007 ja 2008 (LVM 2009a). Selvityksessä esiteltiin baseline-skenaario tilanteesta, jossa uusia toimenpiteitä ei oteta käyttöön. Skenaarion aikajana ulottui vuoteen 2050 (LVM 2009a).

Baseline-skenaariossa ennustettiin henkilöautoliikenteen kasvun jatkuvan, mutta maltillisempaan kuin bruttokansantuotteen kasvu. Liikennesuorituksen kehitys on aiemmin varsin suoraviivaisesti kytkeytynyt BKT:n kehitykseen (Lopez-Ruiz 2010). 1990-luvun puolivälin jälkeisinä nopean talouskasvun vuosina tämä kytkös ei ole kuitenkaan Suomessa ollut yhtä suoraviivainen (LVM 2009a). Baseline-skenaariossa henkilöliikenteen kasvun oletetaan olevan hieman hitaampaa kuin BKT:n kasvu. Henkilöliikenteen kasvun oletettiin ennustejakson alkupäässä olevan noin puolitoista prosenttia vuodessa ja loppupäässä alle puoli prosenttia vuodessa. Tällöin henkilöliikenteen suhteellinen kasvu on 19 prosenttia vuoteen 2020 ja 38 prosenttia vuoteen 2050. Henkilöautokannan arvioitiin kasvavan vuoteen 2040 asti ja sen jälkeen hiljalleen pienenevän, jolloin henkilöautotiheys olisi korkeimmillaan vuonna 2040 noin 550 henkilöautoa/1000 asukasta (LVM 2009a).

Skenaariossa on huomioitu myös ajoneuvoteknologian kehitys, mutta tässä skenaariossa ei ole otettu huomioon vuoden 2008 ajoneuvoverouudistusta (LVM 2009a). Hiilidioksidipäästöjen vähenemä henkilö- ja pakettiautojen energiatehokkuuden paranemisen kautta on tämän takia arvioitu varsin pieneksi. Se on vuonna 2020 noin kaksi prosenttia ja vuonna 2050 noin 16 prosenttia verrattuna vuoteen 2016 (LVM 2009a). Kuitenkin jo muutamassa vuodessa on nähty verouudistuksen selvä vaikutus uusien rekisteröitävien autojen päästötason alenemisena. Tämä skenaario on myös biopolttoaineosuuden suhteen varsin pessimistinen, sillä niiden osuuden oletetaan kasvavan vasta, kun kansainväliset tavoitteet astuvat voimaan eli vuonna 2020 päästäisiin noin 10 prosentin osuuteen henkilöliikenteessä.

VTT:n ylläpitämä LIPASTO-laskentajärjestelmä tarjoaa tilastotiedon lisäksi myös ennusteet eri liikennemuotojen päästöistä aina vuoteen 2029 asti. Tämän tutkimuksen taustana käytetyt tilastotiedot ovat liikenteen hiilidioksidipäästöjen osalta peräisin juuri LIPASTO-laskentajärjestelmästä. Tässä tutkimuksessa taustadataa oli tarjolla vastaamisen tueksi pääasiassa vuodesta 1980 vuoteen 2007. Vuonna 2007 henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat 7 277 669 tonnia (LIPASTO 2010). Vuonna 2020 henkilöautoliikenteen CO₂-päästöjen ennustetaan olevan 7 211 832 tonni/vuosi ja 7 177 120 tonnia/vuosi vuonna 2029 (LIPASTO 2010). Tämän ennusteen mukaan päästöt siis pienenevät 0,9 prosenttia vuoden 2007 tasosta vuoteen 2020 mennessä ja 1,4 prosenttia vuoteen 2029 mennessä.

Ilmastomuutoksen hillinnän ja toimenpiteiden vaikutusten ja vaikuttavuuden arviointi (ILARI) -hankkeen raportissa (Tapio ym. 2011) on myös esitelty baseline-skenaario vuoteen 2050. Tässä baseline-skenaariossa Liikenneviraston liikenne-ennustetta vuosilta 2007 ja 2004 on jatkettu vuoteen 2050 asti sekä korjattu väestön kokonaismäärän ja ikärakenteen muutoksella. Erityisesti yli 65-vuotiaiden osuuden kasvu väestöstä on otettu huomioon ja suurempi osa on otettu mukaan aktiiviseen liikkuvaan ja kuluttavaan väestöön. Lisäksi on otettu huomioon se, että ajokortillisten osuus vanhemmissa ikäluokissa tulee kasvamaan, mikä vaikuttaa osaltaan tieliikenteen suoritteisiin.

ILARI-hankkeen skenaarion mukaan henkilöliikenteen kasvu on 11 prosenttia vuoteen 2020 mennessä ja 31 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Tieliikenne kasvaa vuosina 2007–2040 keskimäärin 1,3 prosenttia vuodessa ja tämän jälkeen enää alle 0,5 prosenttia vuodessa. Skenaariossa on huomioitu ajoneuvoteknologian kehitys Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa (LVM 2009a) tehdyn ennusteen mukaan. Tämä VTT:n laatima ennuste on esitelty aiemmin tässä luvussa. Uusien henkilöautojen myynnin ennuste perustuu kuitenkin ajoneuvoteknologian kehitykseen ja siihen, miten autoteollisuuden kanssa tehdyt päästörajoja ja polttoaineenkulutusta koskevat sopimuksen vaikuttavat suomalaiseen autokauppaan. Lisäksi tämä ennuste huomioi verotusuudistuksen voimakkaan ohjausvaikutuksen. Tässä skenaariossa henkilöautokannan keskimääräinen hiilidioksidipäästöjen vähenemä on tehokkuuden paranemisen seurauksena noin 22 prosenttia vuonna 2020 ja 53 prosenttia vuonna 2050 verrattuna vuoteen 2009 (Tapio ym. 2011).

Kuten Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa esitetty skenaariossa, myös ILARI -hankkeen baseline-skenaario on biopolttoaineiden suhteen melko pessimistinen. Biopolttoaineiden ja muiden vaihtoehtoisten energialähteiden osuuden oletetaan kasvavan liikennesektorilla vasta, kun kansainväliset tavoitteet astuvat voimaan. Vuodesta 2020 eteenpäin tieliikenteen biopolttoaineiden osuuden tulee olla noin 15 prosenttia, koska Suomi on asettanut vuoden 2020 biopolttoainetavoitteekseen 20 prosenttia. Kuitenkin, jos osa biopolttoaineiden osuudesta tuotetaan jätteistä, osuus voidaan laskea kaksinkertaisena. Päästövähennys on näin ollen noin 15 prosenttia (Tapio ym. 2011). Kaikkien liikennemuotojen suoritteiden ennustetaan kasvavan vielä ennustejakson lopullakin, mutta ajoneuvoteknologian kehityksen vaikutuksesta hiilidioksidipäästöt kääntyvät laskuun jo 2010-luvun puolivälissä. Ennusteen mukaan hiilidioksidipäästöt laskevat vuoden 1980 tasolle ennustejakson loppuun mennessä (Tapio ym. 2011).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tutkimuksen aineisto

Tutkimuksen aineisto koostuu CAST -hankkeen delfoi-tutkimuksen ensimmäisen kierroksen kyselylomakkeista sekä asiantuntijahaastatteluista eli tutkimuksessa yhdistetään kvantitatiivista ja kvalitatiivista aineistoa. Delfoi-menetelmällä tarkoitetaan vähintään kahdesta kierroksesta koostuvaa tutkimusta, jossa vastaajina ovat tutkittavan alan asiantuntijat. Tyypillistä on myös, että vastaajille annetaan kierrosten välissä mahdollisuus anonymisti nähdä toistensa vastaukset ja halutessaan muuttaa omia vastauksiaan tämän perusteella. Kysymyksiä voidaan myös lisätä tai muokata kierrosten välillä. CAST -hankkeessa kyseessä on kahden kierroksen erittelevä politiikka-delfoi, jossa ei perinteisen delfoi-tutkimuksen tapaan pyritä löytämään yhtä totuutta vaan kiteyttämään erilaiset esiin nousevat vaihtoehtoiset näkemykset ja luomaan niiden pohjalta skenaarioita (Turoff 1975).

Vaikka oman tutkimukseni aineisto ei koostukaan useamman kierroksen kyselystä, eikä noudata näin ollen tyypillisesti delfoi-menetelmää, kerron hieman myös tästä menetelmästä. Tämä on tarpeen koska delfoi-menetelmä on vaikuttanut merkittävästi tutkimukseeni ja siihen liittyviin valintoihin, kuten siihen, että vastaajina ovat alan asiantuntijat. Tämän Pro Gradu -tutkielman menetelmässä on myös kierroksellisuutta siinä mielessä, että asiantuntijat vastasivat ensin kyselyyn, minkä jälkeen heitä haastateltiin kyselyyn vastaamisen pohjalta.

Delfoi-tekniikan keskeiset piirteet ovat vastaajien tunnistamattomuus (anonymiteetti), tutkimuksen koostuminen monesta kierroksesta sekä palautteen antaminen. Anonymiteetin taustalla on pyrkimys siihen, että henkilöiden sijasta heidän argumenttinsa väittelevät. Perinteisessä delfoi-menetelmässä painotettiin erilaisia tilastollisia tunnuslukuja, kuten asiantuntijoiden keskimääräistä arviota. Mikäli asiantuntijan arvio poikkesi keskimmäisestä 50 prosentista panelisteja, häntä pyydettiin perustelemaan vastaustaan (Kuusi 2003). Suotavana pidettiin mediaaniarvon hyväksymistä, jollei asiantuntijalla ollut vahvoja perusteita poikkeavaan kantaan. Palaute taas on pohjana vastaajien kannanottojen korjaamiselle. Palaute oli ennen lähinnä koko paneelia koskevia tunnuslukuja, kuten vastausten mediaaneja tai hajontatietoja, kun taas asiakommenttien merkitys on ollut vähäinen. Uusimmissa sovelluksissa, kuten erittelevässä politiikka-delfoissa asiakommentit ovat suuressa osassa.

Alun perin tavoiteltu asiantuntijoiden yksimielisyys on osoittautunut perinteisen menetelmän selväksi heikkoudeksi (Kuusi 2003). Politiikka-delfoissa yksimielisyyden tavoittelun sijaan pyritään nostamaan esiin aidot ristiriidat ja poikkeavat näkemykset, jolloin tavoitteena ovat monet perustellut näkemykset tulevasta kehityksestä. Nykyään konsensushakuisuuden rinnalle onkin kehittynyt melko vahva traditio, jossa otetaan lähtökohdaksi tulevaisuuden pluralistisuus (Steinert 2009).

Delfoi-tutkimus on menetelmä, jolla voidaan jäsentää ryhmäviestintäprosessi siten, että jokin tietty tyhmä voi kokonaisuutena tehokkaasti käsitellä monimutkaisiakin ongelmia (Linstone & Turoff 2002). Delfoi-tutkimus on käyttökelpoinen erityisesti tutkimuskohteissa, joissa muutokset ovat orastavia, mutta ne eivät ole vielä kunnolla lähteneet kehittymään, jolloin kehitykseen ei enää voitaisi suunnittelevilla toimilla vaikuttaa. Tällöin voidaan asiantuntijoiden kesken yhdessä hahmottaa parhaaseen kehitykseen johtava toimintastrategia (Kuusi 2003). Näin ollen se soveltuu hyvin esimerkiksi juuri liikennetutkimukseen, sillä liikenteen tulevaisuus on vielä hyvin avoinna ja siihen kohdistuu suuria muutospaineita.

Delfoi-menetelmä ei ole survey-tutkimus, joten panelistien valinta ei perustu edustavaan otokseen satunnaisesti valituista vastaajista. Tämän takia panelistien valinta on haastavaa, jotta olennaiset tulevaisuuteen vaikuttavat näkökulmat tulevat huomioiduiksi. Delfoi-paneeleissa onkin usein ongelmana panelistien liiallinen kapea-alaisuus ja keskittyminen liiaksi teknisen koulutuksen saaneisiin miesasiantuntijoihin, jotka ovat korkeassa asemassa organisaatiossaan (Vinnari & Tapio 2008).

Valitsimme asiantuntijat yhdessä CAST -hankkeen tutkijoiden Petri Tapion ja Vilja Varhon kanssa. Asiantuntijamenetelmiä käytettäessä ratkaisevaa on asiantuntijoiden laatu eikä määrä (Kuusi 2003). Tämän takia asiantuntijoiden valinnassa käytettiin apuna asiantuntijuusmatriisia, jota käytettäessä päätetään ensin, millaisten asiantuntijuusominaisuuksien suhteen paneeliin halutaan vaihtelua ja mistä taustaorganisaatioista ihmisiä halutaan mukaan tutkimukseen (Vinnari & Tapio 2008). Tässä tapauksessa asiantuntijoita haluttiin mukaan eri liikennesektoreilta (tie-, raide-, lento- ja vesiliikenne) sekä niin henkilö- kuin tavaraliikenteenkin asiantuntijoita. Mukaan haluttuja erilaisia taustaorganisaatioita olivat tutkimus, hallinto, yritysmaailma, politiikka, media ja kansalaisjärjestöt. Näiden lisäksi kiinnitettiin huomiota vastaajien koulutukseen (sekä alaan että laajuuteen) ja asemaan työelämässä. Lisäksi vastaajia haluttiin olevan molemmista

sukupuolista ja mahdollisimman laajalla ikäjakaumalla. Näiden kriteerien pohjalta valittuihin asiantuntijoihin oltiin puhelimitse yhteydessä. Osa asiantuntijoista oli liian kiireisiä tai katsoi jonkun muun samasta organisaatiosta olevan sopivampi vastaaja, joten lopullinen haastateltavien joukko muotoutui vasta kontaktointivaiheessa. Loppujen lopuksi tutkimukseen osallistui ensimmäisellä kierroksella kaiken kaikkiaan 32 asiantuntijaa (liite 1), joista 10 oli naisia ja 22 miehiä. Vastaajat olivat iältään alle 20:n ja yli 60:n vuoden väliltä. Panelistien lukumäärää ei määritely ennalta vaan uusia asiantuntijoita otettiin mukaan kunnes vastaajien näkemykset saturoituvat eli haastatteluissa alkavat toistua jo esitetyt näkemykset. Näin ollen muutama vastaaja valikoitui mukaan vielä siinä vaiheessa, kun haastatteluita jo toteutettiin ja havaittiin miltä alalta tai mistä osa-alueesta tutkimukseen tarvittaisiin vielä asiantuntemusta.

Tutkimukseen osallistuneille asiantuntijoille luvattiin anonymiteetti eli vastaajien nimiä ei missään vaiheessa liitetä vastauksiin ja tulokset esitetään anonymisesti. Kommentoinnin anonymisuuden on sanottu edistävän heikkojen signaalien tunnistamista, koska tällöin näkemyksen esittäjä ei joudu häpeämään alustavia ajatuksiaan (Vapaavuori & von Bruun 2003). Heikoilla signaaleilla tarkoitetaan vasta orastavia ilmiöitä, joilla ei ole historiaa eikä trendiä tai muuta selvää menneisyyttä, mutta jotka voivat muodostua tulevaisuudessa erittäin keskeisiksi ilmiöiksi (Mannermaa 1999).

Anonymiteetin taustalla on myös pyrkimys siihen, että henkilöiden sijaan heidän argumenttinsa väittelevät. Tällöin esimerkiksi henkilön asema ei vaikuta siihen, kuinka hänen näkemyksiinsä suhtaudutaan. Jotkut vastaajat saattavat myös olla haluttomia ottamaan kantaa ennen kuin tosiasiatietoa on tarjolla hyvin paljon tai mikäli hän ei tunne enemmistön kantaa. Anonymiteetti madaltaa kynnystä esittää epävarmempiakin näkemyksiä ja mahdollistaa esimerkiksi julkisuudessa esitetyn kannan hylkäämisen (Vapaavuori & von Bruun 2003). Vastaajat edustivat tässä tutkimuksessa itseään eivätkä taustaorganisaatiota, joten anonymiteetti antaa paremman mahdollisuuden esittää esimerkiksi organisaation kannasta eroavia omia näkemyksiä.

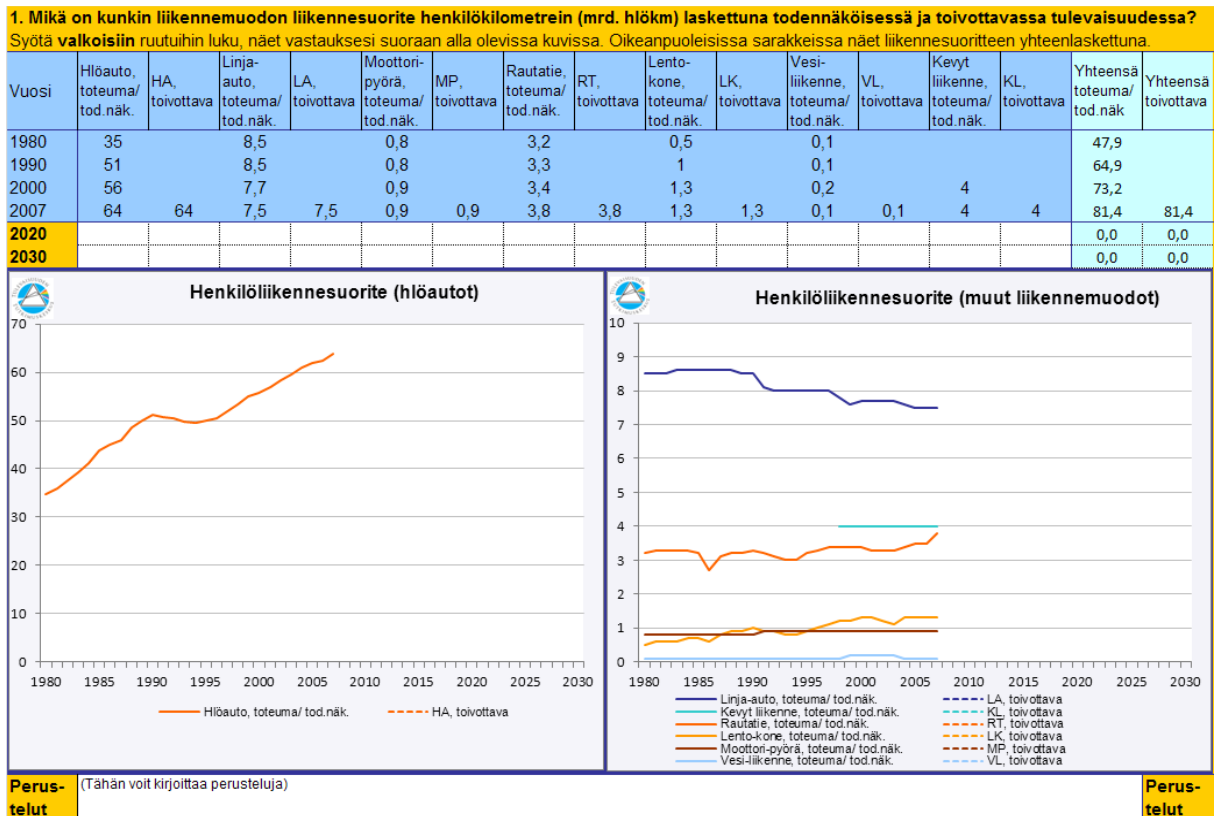
4.1.1 Kyselylomake – kvantitatiivinen aineisto

Tutkimukseen osallistuville asiantuntijoille lähetettiin sähköpostitse täytettäväksi Microsoft Excel -ohjelmalla toteutettu kyselylomake (liite 2) kesällä 2009. Laadimme kyselylomakkeen sisällöllisesti yhdessä CAST -hankkeen tutkijoiden Petri Tapion ja Vilja

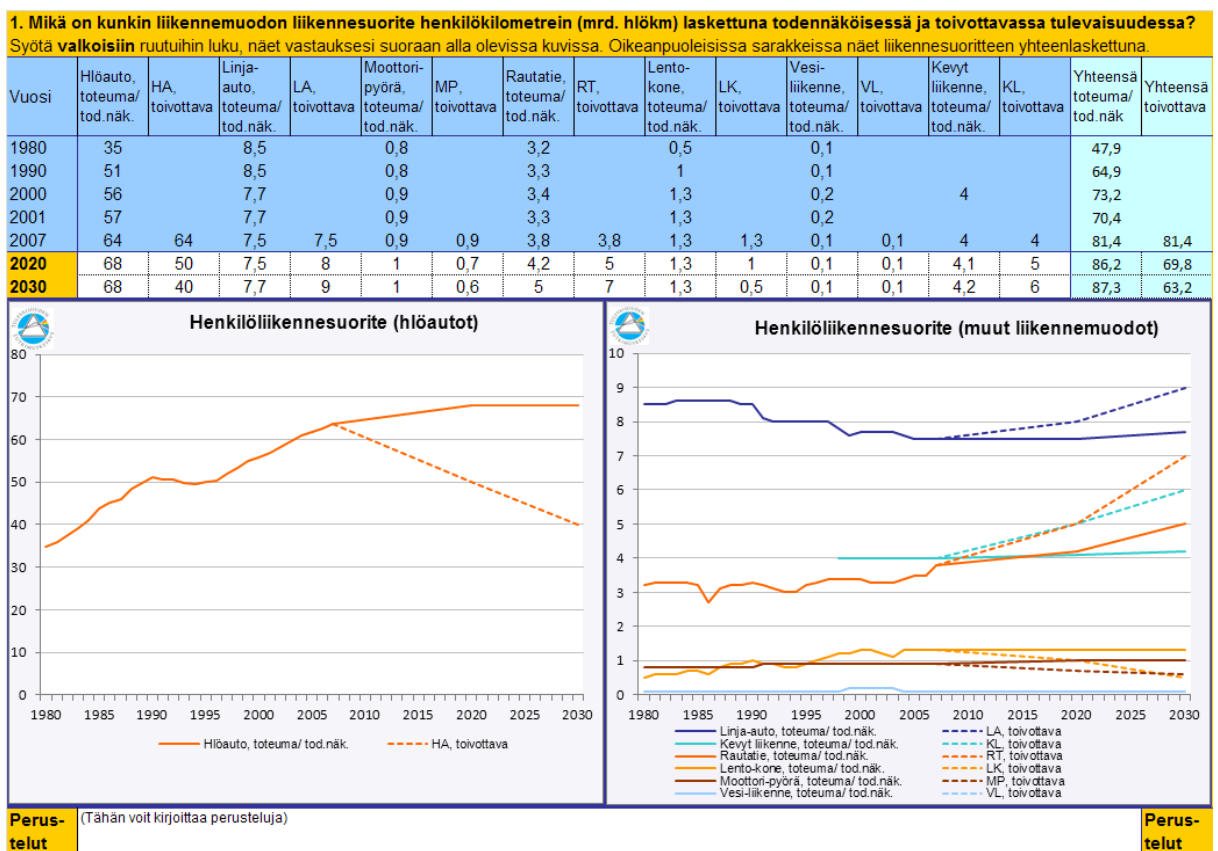
Varhon kanssa. Lomakkeen konkreettinen toteutus oli suurelta osin minun vastuullani. Keräsin eri lähteistä lomakevastausten taustaksi tilastoaineistoa sekä muotoilin yhteisten ideoiden pohjalta kyselylomakkeen käyttäen Microsoft Excel -ohjelmaa. Tutkijat kommentoivat kyselylomaketta useaan kertaan prosessin aikana sekä auttoivat erilaisten toteutukseen liittyvien ongelmien ratkomisessa.

Yhteensä 28 asiantuntijaa palautti lomakkeen muutamaa päivää ennen sovittua haastattelua. Lomake käsitteli eri liikennemuotojen suoritteita ja päästöjä niin henkilö- kuin tavaraliikenteenkin osalta ja lisäksi näihin liittyviä tekijöitä kuten uusien autojen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä, biopolttoaineiden osuutta liikennepolttoaineista sekä bruttokansantuotetta. Asiantuntijoiden tuli syöttää kuhunkin kysymyksen lukuarvot vuosille 2020 ja 2030. Kussakin kohdassa kysyttiin vastaajien näkemyksiä todennäköisestä ja toivottavasta tulevaisuudesta molempien vuosien osalta, joten vastaajat syöttivät neljä numeerista vastausta kutakin muuttujaa kohden. Toivotulla tulevaisuudella tarkoitettiin tutkimuksessa tulevaisuutta, jonka vastaaja mieluiten näkisi toteutuvan. Toivottava tulevaisuus sai olla vastaajan mielestä hyvin epätodennäköinen, mutta sen tuli kuitenkin olla fyysisesti, teknisesti ja yhteiskunnallisesti mahdollinen. Kysyttäessä sekä todennäköistä että toivottavaa tulevaisuutta vastaajia rohkaistiin jakamaan myös niin sanotusti radikaalimpia näkemyksiään, jotta myös heikompia signaaleja saatiin esille pelkkien business as usual -tyyppisten skenaarioiden sijaan.

Vastaamisen tueksi oli annettu taustadataa vuodesta 1980 alkaen aina uusimpaan lomaketta laadittaessa saatavilla olevaan tilastotietoon, joka suurimmassa osassa kysymyksiä oli vuodelta 2007. Tosin kahdessa kysymyksessä (numerot 5 ja 6) taustatietoa oli tarjolla vain vuodesta 2000 eteenpäin. Kunkin kysymyksen yhteydessä oli myös taustadatan esittävä kuvaaja, johon piirtyivät jatkoksi asiantuntijan antamat vastaukset. Näin vastaajat saattoivat nähdä omat vastauksensa suorana jatkona toteutuneeseen kehitykseen ja arvioida vastaustensa kuvaamia trendejä. Lomakkeen rakenteen hahmottamista helpottavat kuvat 3 ja 4. Näissä kuvissa on nähtävissä, miltä lomakkeen ensimmäinen kysymys näytti ennen vastausta ja kuinka vastaajan syöttämät luvut vaikuttivat kuvaajiin. Kaikki lomakkeen kysymykset kuvaajineen löytyvät liitteestä 2.



Kuva 3. Lomakkeen ensimmäinen kysymys ennen täyttöö.



Kuva 4. Lomakkeen ensimmäinen kysymys esimerkkivastauksella. Todennäköinen tulevaisuus piirretty kuvaajiin yhtenäisellä viivalla ja toivottava tulevaisuus katkoviivalla.

Lomakkeen ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin Suomen henkilöliikennesuoritteita liikennevälineittäin miljardeina henkilökilometreinä ja ohjelma laski automaattisesti vastausten pohjalta kokonaishenkilöliikennesuoritteen (Kuvat 3 ja 4). Mukana olivat henkilöauto-, linja-auto-, moottoripyörä-, rautatie-, lento- ja vesiliikenne sekä kevyt liikenne. Seuraava kysymys koski samojen henkilöliikennemuotojen hiilidioksidipäästöjä (1000t/a) ja ohjelma laski vastausten perusteella myös henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästö määrät.

Kolmannessa ja neljännessä kohdassa kysyttiin henkilöautotiheyttä ja kokonaisautotiheyttä Manner-Suomessa 1000 asukasta kohti. Näissä kysymyksissä taustatiedot olivat vuodesta 1980 aina vuoteen 2008 asti. Viides kysymys käsitteli uusien rekisteröitävien henkilöautojen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä (g/km). Tästä kysymyksestä oli tarjolla taustatietoa vain vuosilta 2000–2008. Kuudenneksi kysyttiin biopolttoaineiden prosenttiosuutta liikennepolttoaineista. Tässäkin kysymyksessä taustatietoa oli tarjolla vain 2000-luvulta ulottuen vuoteen 2007.

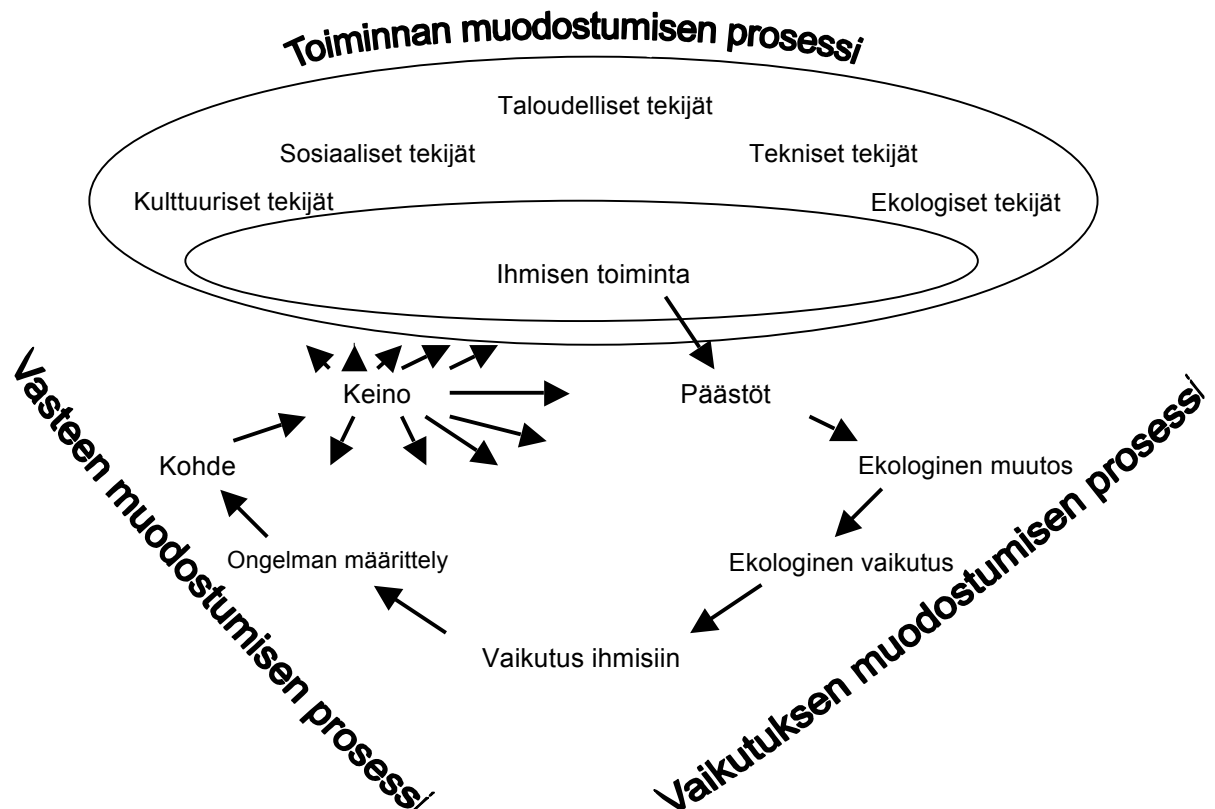
Seuraavissa kahdessa kysymyksessä (kysymykset 7 ja 8) käsiteltiin tavaraliikenteen kuljetussuoritteita miljardeina tonnikipometreinä sekä eri kuljetusmuotojen hiilidioksidipäästöjen määrää (1000t/a). Mukana tarkastelussa olivat tieliikenne, raideliikenne ja laivaliikenne sekä kohta ”muu, mikä?”. Lentoliikenteen kuljetussuorite on niin pieni, että kaikki lentoliikenne ja sen päästöt päätettiin sisällyttää henkilöliikenteen puolelle. Viimeisenä kysymyksenä (kysymys 9) oli bruttokansantuotteen kehitys.

4.1.2 Haastattelut – kvalitatiivinen aineisto

Haastatteluihin osallistui 32 asiantuntijaa. Haastattelut toteutti CAST-hankkeen Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen erikoistutkija Vilja Varho kesällä ja alkusyksystä 2009. Tutkimushaastattelut olivat pituudeltaan vajaasta tunnista reiluun kahteen tuntiin. Ne olivat puolistrukturoituja teemahaastatteluita, jolloin haastattelun teema-alueet olivat kaikille samat, mutta kysymykset vaihtelivat hieman haastateltavan asiantuntijuuden ydinalueen mukaan (Hirsjärvi & Hurme 2004). Haastattelut pohjautuivat osittain myös kyselylomakkeeseen, jonka vastaaja palautti muutamaa päivää ennen haastattelua. Haastattelutilanteessa vastaajilla oli vielä mahdollisuus tarkastella ja muuttaa lomakevastauksiaan. Lisäksi asiantuntijat pääsivät haastatteluiden aikana selittämään kvantitatiivisten lomakevastaustensa taustoja. Näin ollen kyseessä oli eräänlainen pienoisdelfoi, jossa haastattelija kuljetti aktiivisesti

mukana muiden vastaajien argumentteja. Tätä on kutsuttu myös Soft Scenarios -menetelmäksi (Varho & Tapio 2005).

Pääasiassa Vilja Varhon laatima haastattelurunko (liite 3) pohjautuu teoreettiseen Ympäristönsuojelun kokonaiskehikkoon eli YKS -kehikkoon (Willamo 2005, Tapio & Willamo 2008). YSK -kehikon (kuva 5) avulla on mahdollista tarkastella ympäristöongelmien syitä, kehitystä ja ratkaisukeinoja ilmiökeskeisesti yhtenä kokonaisuutena. Kehikossa on keskeisenä ajatus, että yhteiskunta muuttaa luontoa ja ratkaisee näiden muutosten aiheuttamia ongelmia. Koska YSK-kehikko ei rajaudu minkään yksittäisen sektorin tai tieteenalan näkökulmaan, siinä on voimakas generalistinen ja läpäisyajattelun mukainen painotus (Willamo 2005).



Kuva 5. Tapion ja Willamon (2008) kuvan pohjalta muokattu ympäristönsuojelun kokonaiskehikko (Varho & Tapio 2009), jota käytettiin tutkimuksen haastattelurungon pohjana.

Toiminnan muodostumisen prosessi kuvaa kulttuurisia, sosiaalisia, teknisiä ja ekologisia toimintaan ajavia tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa yksilön toimintaan tai yhteiskunnalliseen toimintaan. Vaikutuksen muodostumisen prosessi kuvaa systeemin dynamiikkaa päästöistä ihmisen toimintaan ja ekologiseen muutokseen, ekologiseen vaikutukseen ja ihmiseen kohdistuvaan vaikutukseen. Vasteen muodostumisen prosessi taas pitää sisällään sen, että

ihminen määrittelee nykyisen tai tulevan tilanteen ongelmaksi, ongelman syiden arvioinnin, tavoitteen asetteluun ja toimenpiteisiin ryhtymisen ongelman lievittämiseksi tai ratkaisemiseksi. Keinot ongelman ratkaisemiseksi tai lievittämiseksi voivat kohdistua mihin tahansa edellä esitettyyn prosessiin tai systeemiin (Varho & Tapio 2009).

Haastatteluissa ei ollut tarkoituksena saada vain yksityiskohtaista selostusta kyselylomakkeen kysymysten taustoista ja sitoa haastattelua liikaa kyselylomakkeeseen. Sen sijaan haastateltavat pääsivät kuvailemaan näkemyksiään tulevaisuudesta vapaammin ja erittelemään erilaisia tekijöitä, joiden he näkivät olevan merkityksellisiä pohdittaessa, miltä liikennesektorin tulevaisuus näyttää ja kuinka tulevaisuuteen vaikutetaan. Asiantuntijoilta kysyttiin muun muassa, kuinka ilmastonmuutokseen tullaan tulevaisuudessa suhtautumaan ja kuinka se vaikuttaa poliittiseen tavoitteenasetteluun, millaisia ohjauskeinoja liikenteen suhteen käytetään tulevaisuudessa ja mikä on heidän käsityksensä Suomen autoverotusuudistuksen merkityksestä. Haastattelurunko on kokonaisuudessaan liitteessä 3.

Haastattelukysymysten painotus riippui luonnollisesti myös asiantuntijan pääosaamisalasta. Esimerkiksi vesiliikenteen asiantuntijalta kysyttiin ylimääräisiä kysymyksiä vesiliikenteestä ja lentoliikenteen asiantuntijalta lentoliikenteestä. Kaikki haastateltavat kuitenkin vastasivat myös muihin kuin omaa pääosaamisaluettaan koskeviin kysymyksiin parhaan tietonsa mukaan. Vilja Varho toteutti ja nauhoitti haastattelut. Suorittaessani korkeakouluharjoittelun CAST-hankkeessa syksyllä 2009 litteroin haastattelut, joista muodostui runsaat 650 sivua kirjoitettua tekstiä.

4.1.3 Aineiston rajaus

Koska tutkimukseni koskee ainoastaan henkilöautoliikennettä, rajasin aineistoa ja otin kyselylomakkeesta mukaan ainoastaan henkilöautoliikenteeseen liittyvät kysymykset sekä kokonaishenkilöliikennesuoritteen ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöt, jotta henkilöautoliikennettä voidaan tarkastella suhteessa muihin henkilöliikennemuotoihin. Tällöin voidaan tarkastella myös henkilöautoliikenteen osuutta henkilöliikenteen kokonaismäärästä.

Tarkastelemani muuttujat ovat:

- henkilöauto- ja kokonaishenkilöliikennesuorite (mrd hlökm)
- henkilöautoliikenteen ja kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt (1000 t/a)
- henkilöautotiheys/1000 asukasta Manner-Suomessa
- uusien rekisteröityjen henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (g/km)
- biopolttoaineiden prosenttiosuus liikennepolttoaineista.

Lisäksi bruttokansantuotetta käsittelevä kysymys oli tarkoitus ottaa mukaan aineistoon, mutta ilmeni, että moni vastaaja ei ollut vastannut tähän kysymykseen, mikä olisi jättänyt tarkastelun ulkopuolelle monta muuten kokonaan täytettyä lomaketta. BKT:n suhteen vastaukset olivat lisäksi varsin yhdenmukaisia, sillä lähes kaikissa tulevaisuuskuvissa (44/48) vastaajat uskoivat bruttokansantuotteen kasvavan vuoteen 2030. Kahdessa tulevaisuuskuvassa bruttokansantuotteen uskottiin pysyvän samana ja kaksi tulevaisuuskuvaa ennusti bruttokansantuotteen laskevan vuoteen 2030 mennessä.

Haastatelluista neljä ei täyttänyt lainkaan kyselylomaketta, joten myös heidän haastattelunsa jäivät tutkimuksestani pois. Lisäksi jäljelle jäävistä 28 vastaajasta kaksi oli täyttänyt lomakkeen tarkastelemieni muuttujien suhteen epätäydellisesti, joten myös heidän lomakkeensa ja haastattelunsa jäivät tutkimukseni ulkopuolelle. Näin ollen aineistoni koostuu 26 kyselylomakkeesta ja haastattelusta. Tutkimukseeni valikoituneista asiantuntijoista kahdeksan on naisia ja 18 miehiä. Nuorin asiantuntija oli alle 20 ja iäkkäimmät yli 60 vuoden ikäisiä. Vastaajien keski-ikä oli 43,5 vuotta. Myös vastaajien asiantuntijuusalueiden, organisaatioiden ja koulutustaustojen jakauma oli asiantuntijoiden pienentyneestä määrästä huolimatta varsin kattava.

Haastatteluista tarkastelin henkilöautoliikennettä käsitteleviä tai siihen läheisesti liittyviä aihepiirejä mukaillen lomakkeesta mukaan valittujen kysymysten aiheita (esimerkiksi biopolttoaineet, henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ja henkilöautotiheys).

4.2 Analyysimenetelmät

Yhdistin tutkimuksessani kyselylomakkeiden kvantitatiivista ja haastatteluista saatavaa kvalitatiivista aineistoa. Kyselylomakkeesta mukaan valittujen muuttujien suhteen suoritin klusterianalyysin, jota käytetään ryhmittelemään aineistoa numeerisen vastaavuuden mukaan (Varho & Tapio 2005). Klusterien ja haastatteluaineiston pohjalta muodostin skenaarioita täydentämällä klusterianalyysiä haastatteluista esiin nousseilla näkemyksillä siitä, kuinka näihin lukuihin on päädytty ja mikä ohjaa kehitystä tähän suuntaan eli kvalitatiivisilla argumenteilla ja oletuksilla. Molemmat analyysimenetelmät on esitelty tarkemmin omissa luvuissaan 4.2.1 ja 4.2.2.

4.2.1 Klusterianalyysi

Lomakevastaukset analysoitiin käyttäen klusterianalyysia, jolla tutkitaan eri muuttujien yhdistelmiä. Kyseessä on heuristinen menetelmä, joka ryhmittelee yksittäiset vastaukset matemaattisen vastaavuuden perusteella. Toisin sanoen havainnot jaetaan homogeenisiin erillisiin ryhmiin (Tryfos 1997). Klusterianalyysi ei vaadi satunnaisotosta, jollei sitä käytetä vahvistamaan teoriaa, vaan sitä voidaan käyttää ryhmittelemään samankaltaisia vastauksia yhteen (Dubes & Jain 1978). Klusterianalyysissä havaintoyksikkönä oli henkilön sijaan tulevaisuuskuva. 26 henkilön lomakkeista suurimmalla osalla klusterianalyysiin tulivat mukaan sekä todennäköinen että toivottava tulevaisuuskuva, mutta kahdella henkilöllä vain jompikumpi näistä, koska toisen tulevaisuuskuvan vastaukset olivat jonkin muuttujan suhteen epätäydellisiä. Näin ollen klusterianalyysissä oli mukana 25 todennäköistä ja 25 toivottavaa tulevaisuuskuvaa, jolloin havaintoyksiköitä oli yhteensä 50 kappaletta.

Klusterianalyysin avulla näistä 50 havaintoyksiköstä saadaan muodostettua ryhmiä, jolloin tarkastelu on huomattavasti helpompaa kuin jos kaikkia tulevaisuuskuvia käsiteltäisiin erikseen. Koska klustereista muodostettiin haastatteluaineistolla täydentämällä skenaarioita, havaintoyksiköiden ryhmittely oli tarpeen. 50 skenaariota olisi yksinkertaisesti liikaa, jotta ne olisivat havainnollisia. Skenaarioita muodostettaessa sopivana määränä pidetään yleensä 4–7 ryhmää. Klusterianalyysin onkin tarkoitus jäsentää aineistoa, yksinkertaistamatta sitä liikaa (Tapio 2002).

Kun todennäköisissä ja toivottavissa tulevaisuuskuvissa on samat muuttujat, on ryhmittely samassa klusteriajossa perusteltua (Vinnari & Tapio 2008). Tulevaisuuskuvat ryhmiteltiin

käyttäen PASW Statistics 17.0.2 ohjelman hierarkkista klusterianalyysia ja tarkemmin furthest neighbour -klusterointialgoritmia. Koska muuttujat olivat eri numeerisilla asteikoilla, ne standardoitiin ennen klusterianalyysia asteikolle 0–100, jolloin kunkin muuttujan suurin vastaus sai arvon 100 ja muut lineaarisesti arvot nollan ja sadan väliltä. Kaikki seitsemän muuttujaa saivat klusterianalyysissä yhtä suuren painoarvon, koska muuttujien katsottiin olevan erillisiä ja yhtä merkittäviä.

Kun tapausten samankaltaisuus on määritetty, niitä voidaan ryhmitellä eri tavoin. On olemassa monia tapoja ryhmitellä havaintoyksiköt niiden vastaavuuden perusteella ja suurin osa näistä metodeista on hierarkkisia. Tässä tutkimuksessa on käytetty Furthest neighbour klusterointimenetelmää, joka kuuluu agglomeratiivisiin eli kokoaviin klusterointimenetelmiin. Peruseriaate agglomeratiivisille menetelmille on sama, koska ryhmittely aloitetaan aina yhtä monella klusterilla kuin on tapauksia, ja päädytään tilanteeseen, jossa klustereita on vain yksi, joka sisältää kaikki tapaukset (Tryfos 1997) eli pienempiä ryhmiä sulautetaan yhteen. Agglomeratiiviset klusterointimenetelmät siis laskevat kaikki havaintoyksiköt alussa erillisiksi toisin kuin hajottava hierarkkinen klusterointi, joka alkaa siitä, että kaikki havaintoyksiköt kuuluvat yhteen ryhmään (Varho ja Tapio 2005). Furthest neighbour -menetelmä eli kauimman naapurin menetelmä lähtee liikkeelle yhdistämällä lähimmät havaintoyksiköt. Tämän jälkeen yhdistetään kukin havaintoyksikkö sellaiseen valmiiseen ryhmään, jonka kauimmainen jäsen on lähimpänä.

Klusterianalyysin kulkua voidaan kuvata puumaisella dendrogrammilla (liite 4), josta nähdään, kuinka havaintoyksiköt ryhmittyvät. Tämän perusteella voidaan arvioida muodostettavien klustereiden määrää. Klusterianalyysi ei määrittele lopullista klustereiden määrää, vaan kertoo ainoastaan järjestyksen, jossa havainnot tulisi eritellä ja jakaa eri ryhmiin (Vinnari & Tapio 2008). Lopullinen päätös klustereiden määrästä jää tutkijalle. Päätettäessä sopivaa klusterien määrää ajatellen niiden soveltuvuutta päätöksentekoon ja kokemukseen perustuvaan järjestykseen, on olemassa joitakin suuntaviivoja sopivasta klusterien määrästä. Kaksi klusteria luo helposti vaikutelman oikeasta ja väärästä tulevaisuudesta, kolme klusteria taas johtaa helposti ”kultaisen keskitien” valitsemiseen esimerkiksi päätöksentekotilanteessa (Tapio 2003). Klusterien määrän ei myöskään tulisi olla suurempi kuin seitsemän. Tätä suurempi määrä ei ole enää havainnollinen, koska ihmisen kyky hahmottaa vaihtoehtoja on rajallinen (Tapio 2003). Klustereiden määrä rajattiin tässä tutkimuksessa viiteen, joka osuu optimaalisena pidettyyn vaihteluväliin.

4.2.2 Haastatteluaineiston analyysi

Haastatteluaineiston käsittely noudatteli pääpiirteissään niin sanottua Soft scenarios -menetelmää, jossa skenaarioita muodostetaan liittämällä klusterianalyysin kvantitatiiviseen aineistoon haastatteluiden kvalitatiivisia argumentteja (Varho & Tapio 2005, Vinnari & Tapio 2009).

Aloitin haastatteluaineiston analyysin lukemalla litteroidut haastattelut läpi ja poimimalla niistä omaan tutkimusaiheeseeni liittyvät kohdat, joissa käsiteltiin henkilöautoliikennettä ja siihen liittyviä tekijöitä. Rajausta noudatteli kyselylomakkeen suhteen tekemääni rajausta, joten tarkasteluni keskittyi henkilöautoliikennettä ja kokonaishenkilöliikennettä sekä näiden päästöjä koskeviin kohtiin. Tämän lisäksi tarkastelussa olivat mukana henkilöautotiheyttä, biopolttoaineita ja ajoneuvoteknologiaa käsittelevät kohdat. Keskityin haastatteluiden osalta myös tarkastelemaan erityisesti sitä, millaisilla tekijöillä asiantuntijat katsoivat olevan vaikutusta henkilöautoliikenteen tulevaisuuteen. Tällaisia olivat esimerkiksi erilaiset politiikat, ohjauskeinot, asenteet ja yhteiskunnalliset sekä sosiaaliset muutokset.

Ryhmittelin haastattelut klustereittain ja kävin kuhunkin klusteriin liittyvät haastattelut läpi. Poimin haastatteluista esiin nousseita tekijöitä, jotka selittävät ja tarkentavat kunkin klusterin tuloksia. Lisäksi valikoin haastatteluista kutakin skenaariota kuvaavia lainauksia havainnollistamaan haastatteluissa esiin nousseita argumentteja.

Osalla vastaajista todennäköinen ja toivottava tulevaisuuskuva sijoittuivat klusterianalyysissä eri klustereihin. Tämä ei kuitenkaan ollut ongelma, koska haastateltavia pyydettiin myös haastattelutilanteessa erittelemään vastauksiaan sen mukaan, mitä he pitivät todennäköisenä ja mitä toivottavana. Tällöin poimin henkilön todennäköisenä pitämiä argumentteja ensimmäisen klusterin taustaksi ja todennäköisenä pitämiä asioita toisen klusterin argumenteiksi. Näin muodostin viisi henkilöautoliikenneskenaariota yhdistämällä haastatteluista esiin nousseita laadullisia argumentteja lomakeaineiston kvantitatiivisen aineiston ryhmittelyyn.

5 TULOKSET – VIISI HENKILÖLIIKENNESKENAARIOTA

5.1 Klusterianalyysin tulokset skenaarioiden pohjana

Luvussa 5.2.1 on esitelty klusterianalyysi, jota käytettiin tutkimuksen kvantitatiivisen aineiston eli kyselylomakkeiden vastausten ryhmittelyyn. Tämä ryhmittely muodostaa pohjan skenaarioiden muodostamiselle. Päädyin tämän aineiston osalta viiteen klusteriin klusterianalyysin kulkua kuvaavaa dendrogrammia (liite 4) tarkastelemalla. Ryhmien lukumäärän valinta oli melko selkeä. Pienempi määrä erillisiä ryhmiä olisi johtanut ryhmäkokojen suurempaan epätasapainoon ja vastaavasti ryhmien määrän kasvattaminen lähinnä yksittäisten vastausten irtoamiseen ryhmästä.

Neljässä klusterissa oli sekä todennäköisiä että toivottavia tulevaisuuskuvia, mutta viides klusteri koostui ainoastaan toivottavista tulevaisuuskuvista. Klustereille laskettiin klusterikeskukset eli kunkin muuttujan keskiarvo, vastausten keskihajonta ja keskihajonnan prosenttiosuus keskiarvosta, jotka on esitelty seuraavassa taulukossa 1. Muuttujina ovat henkilöautosuorite, kokonaishenkilöliikennesuorite, henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt, henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöt, henkilöautotiheys, uusien autojen keskimääräiset CO₂-päästöt/km ja biopolttoaineiden prosenttiosuus liikennepolttoaineista vuosina 2020 ja 2030. Taulukossa on myös viimeinen vastaajille annettu taustadata vuodelta 2007 tai 2008 riippuen siitä, miltä vuodelta uusien tilastotieto oli saatavilla kyselylomaketta laadittaessa.

Taulukko 1. Klusterikeskukset. Muuttujina henkilöautosuorite (VolHa), kokonaishenkilöliikennesuorite (VolSum), henkilöautoliikenteen CO₂-päästöt (CO₂Ha), henkilöliikenteen kokonaisCO₂-päästöt (CO₂Sum), henkilöautotiheys (HaTi), uusien autojen keskimääräiset CO₂-päästöt/km (CO₂Km) ja biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista (Bio). Numero kunkin muuttujan jäljessä tarkoittaa vuotta 2020 (20) tai 2030 (30).

Taustadata	v. 2007/08	VolHa20	VolHa30	VolSum20	VolSum30	CO ₂ Ha20	CO ₂ Ha30	CO ₂ Sum20
		64	64	81	81	7280	7280	9080
Klusteri A	Ka	70	73	89	93	7510	7590	9210
	Kesk.haj.	4,1	7	4,5	7,6	436	813	491
	% ka:sta	5,9	10	5,0	8,2	5,8	11	5,3
Klusteri B	Ka	75	80	94	102	8030	8120	9200
	Kesk.haj.	6,5	8,8	5,6	7,2	326	742	867
	% ka:sta	8,7	11	5,9	7,1	4,1	9,1	9,4
Klusteri C	Ka	69	70	88	94	6480	5430	7980
	Kesk.haj.	4,1	8,7	4,5	10	452	775	604
	% ka:sta	6,0	12	5,1	11	7,0	14	7,6
Klusteri D	Ka	58	47	77	70	5330	3220	6760
	Kesk.haj.	4,8	10	4,8	13	727,6	926,7	660,4
	% ka:sta	8,3	22	6,2	18	14	29	9,8
Klusteri E	Ka	33	15	76	83	4000	1500	4670
	Kesk.haj.	3,5	7,1	6,9	17	0,0	707	21
	% ka:sta	11	47	9,1	20	0,0	47	0,5

Taustadata	v. 2007/08	CO ₂ Sum30	HaTi20	HaTi30	CO ₂ Km20	CO ₂ Km30	Bio20	Bio30
		9080	506	506	163	163	0,04	0,04
Klusteri A	Ka	9250	553	588	145	126	4,2	7,3
	Kesk.haj.	845	32	78	7,3	11	4,0	7,2
	% ka:sta	9,1	5,8	13	5,1	8,7	95	98
Klusteri B	Ka	9310	534	540	112	84	4,7	8,1
	Kesk.haj.	1037	36	72	15	21	3,6	6,1
	% ka:sta	11	6,7	13	13	25	76	75
Klusteri C	Ka	6800	521	530	114	88	7,6	15,2
	Kesk.haj.	887	55	86	19	18	4,6	11
	% ka:sta	13	11	16	17	20	60	72
Klusteri D	Ka	4230	469	405	116	80	11,6	22,6
	Kesk.haj.	981,2	44,4	109,4	23	26	8,9	14
	% ka:sta	23	9,5	27	20	33	77	62
Klusteri E	Ka	1880	275	150	50	20	32,5	55,0
	Kesk.haj.	580	35	71	28	14	25	35
	% ka:sta	31	13	47	57	71	76	64

Klusteriin sisällytettyjen vastausten keskihajonta ja keskihajonnan osuus keskiarvosta kertovat siitä, kuinka paljon vastaukset vaihtelevat saman klusterin sisällä. Klusterikeskus on kaikkien vastausten yksinkertaistus ja tähän perustuu se, että klusterianalyysin avulla aineistoa voidaan yksinkertaistaa ja näin havainnollistaa. Hajonnan tarkastelu on kuitenkin tärkeää, jotta nähdään, ettei ole tehty liian suuria yksinkertaistuksia ja klustereiden määrän valinta on ollut järkevä. Taulukosta 1 voidaan huomata, että hajonta on erittäin suurta erityisesti biopolttoaineiden kohdalla jokaisessa klusterissa sekä myös klusterissa E uusien autojen keskimääräisten hiilidioksidipäästöjen osalta. Tämän takia tarkastelin tekemääni jakoa uudestaan ja pohdin, pitäisikö ryhmien määrää kasvattaa. Tulin kuitenkin siihen tulokseen, ettei jakoa ollut tarpeellista muuttaa, koska vaikka ryhmien määrää kasvatettaisiin, ne eivät juuri eroaisi toisistaan muussa kuin biopolttoaineiden osuudessa eivätkä senkään suhteen kovin paljoa. Lisäksi biopolttoainevastausten hajonta säilyi silti melko suurena. Havainnollisuuden kannalta vähäisempi klusterien ja sitä kautta skenaarioiden määrä on ehdottomasti parempi, kuten edellä on jo selitetty. Näin ollen päädyin pitämään klusterien määrän ennallaan.

Suuri hajonta biopolttoaineista koskevassa kysymyksessä kertoo siitä, että asiantuntijoilla on aiheesta hyvin erilaisia näkemyksiä. Biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista on ollut vuonna 2007 vielä hyvin pieni. Osa asiantuntijoista on uskonut määrän kasvavan erittäin paljon ja osa maltillisemmin. Tämän takia näkemyserot muuten melko yhtenäisten klusterien sisälläkin ovat olleet suuria.

5.2 Henkilöliikenneskenaariot

Seuraavaksi esittelen tässä tutkimuksessa liikennealan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta muodostetut viisi henkilöautoliikenneskenaariota vuoteen 2030. Kutakin skenaariota on kuvauksen lisäksi havainnollistettu haastattelusitaatein ja kuvin.

5.2.1 Skenaario A: Materialistisen hyvinvoinnin kasvu

Materialistisen hyvinvoinnin kasvu -skenaarion pohjan muodostavat 12 todennäköistä ja 2 toivottavaa tulevaisuuskuvaa eli yhteensä 14 havaintoyksikköä. Tässä skenaariossa vaurastuminen ja elintason nousu pitävät yllä henkilöautosuoritteen ja kokonaishenkilöliikennesuoritteen kasvua, jotka tosin hidastuvat verrattuna nykyiseen kasvuvauhtiin. Seuraavat haastatteluista poimitut lainaukset kuvaavat asiantuntijoiden näkemyksiä suoritteiden kasvusta:

Se on kulutuskysyntää eli siellä näkyy ihmisten preferenssit, esimerkiksi se, että kuinka paljon matkustetaan, liikutaan ja kuinka paljon tehdään ulkomaanmatkoja ja sekin on tietysti vähän BKT-sidonnaista, koska se hyvinvointi heijastuu helposti siihen lisäliikkumiseen.

(Nuoret) liikkuu, koska niillä on mahdollisuus liikkua. Niillä on rahaa niin paljon, että ne pystyy hankkimaan kaiken näkösiä liikkumisvälineitä. Ilman muuta ne liikkuvat selkeesti enemmän kuin mitä aikoinaan.

Materialistisen hyvinvoinnin kasvu -skenaariossa henkilöautosuorite kasvaa 13,4 prosenttia ja kokonaishenkilöliikennesuorite 14 prosenttia vuosina 2007–2030 (kuva 6). Tämä tarkoittaa 0,6 prosentin vuosittaista suhteellista kasvua, mikä on noin kolmannes vuosien 2000–2007 keskimääräisestä suhteellisesta kasvuvauhdista. Suoritteiden kasvu painottuu ensimmäiselle kymmenelle vuodelle ja hidastuu tämän jälkeen hieman. Asiantuntijat näkevät, että vaikka ympäristö- ja ilmastotietoisuus lisääntyvät, varsinaisiin toimiin ryhdytään liian hitaasti. Radikaalimmat taloudelliset ohjauskeinot, kuten auton käytön verotus tai ruuhkamaksut saadaan pikkuhiljaa käyttöön vasta tutkimuksen aikajänteen loppupuolella.

Pyritään semmosilla suht. lievillä, helpommin hyväksyttävillä. Jossain määrin taloudellista ohjausta, jossain määrin erilaista, paljon toivotaan ainakin erilaiselta informaatio-ohjaukselta.

Täällä on enemmän ollu se asenne, että mennään tavallaan näiden kansainvälisten sopimusten mukaan ja vielä mahdollisuuksien mukaan yritetään neuvotella lisääaikaa ja et josko tässä nyt ei ainakaan eturintamassa...

Myös henkilöautotiheys jatkaa kasvuaan, jota kertyy vuoteen 2030 mennessä hieman yli 16 prosenttia. Asiantuntijat eivät kuitenkaan pidä tätä välttämättä ongelmana niin pitkään kuin auton omistaminen ei johda kaikkien matkojen kulkemiseen henkilöautolla, vaikka muitakin kulkutapoja olisi tarjolla.

Mun mielestä on ihan ok, että autottomien kotitalouksien osuus vaikka vähän pieneniskin. Ei se oo tässä se uhkakuva, mut se että meillä on niitä kahden auton kotitalouksia, joissa sitten autoa käytetään kaikkiin kotitalouden aikuisten ja melkein jo lastenkin matkoihin niin se on huono uhkakuva.

Se ei ole ongelma, että ihmisillä on kotitaloudessaan auto, koska kuitenkin on niitä liikkumistarpeita, joissa sitten osa matkoista jää tekemättä, mutta se mikä tässä on aivan pääläellään on se, et kun se auto hankitaan niin sitä käytetään kaikkiin matkoihin, niihinkin jolloin olis erinomaiset joukkoliikenneyhteydet.

Hiilidioksidipäästöt eivät kuitenkaan kasva tässä skenaariossa suoritteiden tai henkilöautotiheyden kanssa samassa tahdissa, kuten tähän asti, vaan teknologian kehityksen uskotaan lähes pysäyttävän hiilidioksidipäästöjen kasvu (kuva 6). CO₂-päästöjen kokonaiskasvu on henkilöautojen osalta 4,7 prosenttia ja kaikkien henkilöliikennemuotojen osalta 1,9 prosenttia vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030. Päästövähennyksiin päästään lähinnä polttomoottorin hyötysuhdetta parantamalla ja hybridautojen yleistymisen kautta. Sähköautoilla nähtiin olevan jonkin verran merkitystä jakson loppupuolella. Myös bensiinin ja dieselin sekaan lisättävillä biokomponenteilla on oma roolinsa. Seosmäärän kasvattamisen ehtona nähtiin kuitenkin, että biopolttoaineet tuotetaan kestäväällä tavalla ja niin, etteivät ne uhkaa ruoantuotantoa. Biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista kohoaa tässä skenaariossa vuoteen 2030 mennessä 7,3 prosenttiin liikennepolttoaineista (kuva 6). Tässä skenaariossa jäädään siis kauas EU:n asettamista biopolttoainetavoitteista, joiden mukaan biopolttoaineiden osuuden tulisi olla vähintään 10 prosenttia liikennepolttoaineista jo kymmenen vuotta aiemmin.

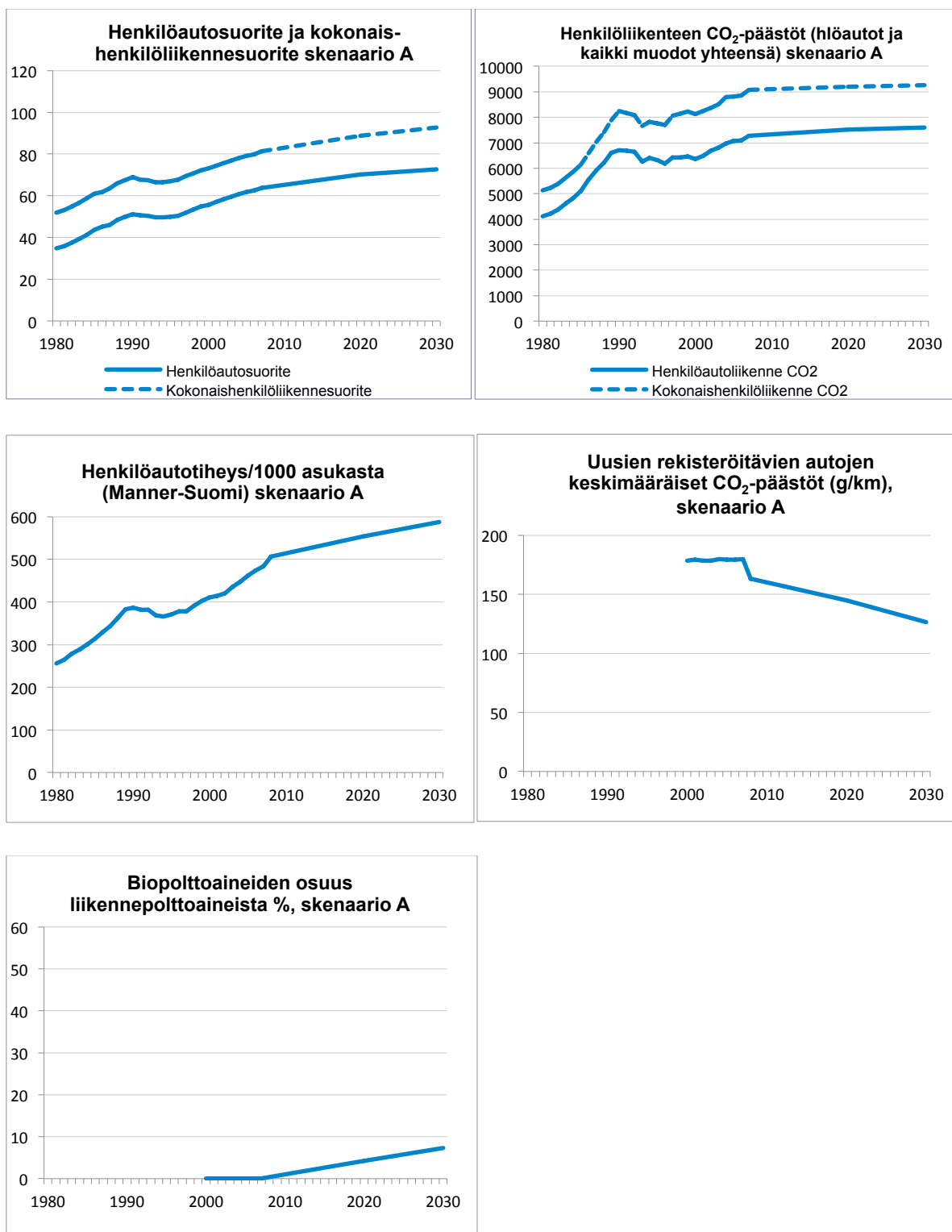
Moottoritekniikan kehitys pysäyttää päästöjen kasvun henkilöliikenteessä.

Uskon, että tehokkuus kehittyy, että sama hyöty saadaan pienemmillä päästömäärillä, et se on niinku yleistä moottoritekniikan kehitystä.

Näitä pidetään ikään kuin välivaiheena näitä nykyisiä (biopolttoaineita), mut sen takia mun mielestä siinä ei nyt kannata sillä tavalla hosua, ettei luoda mitään kauheeta infraa...

Uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt laskevat tässä skenaariossa tasaista tahtia yhteensä 22,5 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, mikä tarkoittaa noin 125 gramman hiilidioksidipäästöjä kilometriä kohti (kuva 6). Näin ollen tässä skenaariossa ei kuitenkaan saavuteta EU:n asettamia ensirekisteröitävien autojen ominaispäästötavoitteita, jotka ovat 130 g/km vuoteen 2015 mennessä ja 95 g/km vuoteen 2020 mennessä. Kuitenkin ominaispäästöjen pieneneminen selittää osaltaan päästöjen huomattavasti hitaampaa kasvua verrattuna suoritteiden kasvuun. Henkilöliikennesuorite ei myöskään täysin seuraa henkilöautotiheyden kasvua, joka on nopeampaa kuin suoritteiden kasvu eli autokohtainen suorite pienenee hieman.

Ihmisten varallisuus kasvaa niin ne hankkivat auton, mutta ne ajavat sillä entistä vähemmän.



Kuva 6. Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (skenaario A) kuvina.

5.2.2 Skenaario B: Poliitiikkapessimismi

Poliitiikkapessimismi-skenaarion pohjana on viisi todennäköistä ja kuusi toivottavaa eli yhteensä 11 tulevaisuuskuvaa. Tässä skenaariossa niin henkilöautosuorite kuin kokonaishenkilöliikennesuoritekin kasvavat kaikista skenaarioista eniten (kuva 7), joskin henkilöliikenteen suhteellinen kasvu vuotta kohden on noin kolmanneksen hitaampaa kuin vuosina 2000–2007 ja kokonaisliikennesuoritteiden suhteellinen kasvuvauhti noin neljänneksen hitaampaa kuin vuosina 2000–2007. Suhteellista kasvua kertyy vuoteen 2030 mennessä henkilöautoliikenteessä 24,7 prosenttia ja kokonaishenkilöliikenteessä 25,1 prosenttia.

Tässä skenaariossa vastaajat olivat skeptisiä sen suhteen, että tarpeeksi tehokkaita muutoksia saataisiin aikaiseksi riittävän nopeasti. Usko esimerkiksi tehokkaaseen taloudelliseen ohjaukseen ja yhteiskuntarakenteen hajautumisen pysäyttämiseen on heikko. Samaan aikaan väestön uskotaan kasvavan erityisesti maahanmuuton myötä, mikä lisää myös liikkumista. Ikääntyvän väestön uskotaan myös olevan parempikuntoista, mikä mahdollistaa suuremman liikkuvuuden kuin ennen, niin autolla kuin muillakin kulkutavoilla.

En usko, että mitään järkeviä realiteetteja on mennä yhtään nopeemmin (tavoitteiden kiristämisessä), kun kuitenkin täytyy ajatella se, että autoilu on todella tärkeätä ihmisille, mutta myös sitte kaupalle ja valtiolle.

Aluerakenne ja yhdyskuntarakenne, ei oo niinku mitään merkkejäkään, että siihen pystyttäis mitenkään vaikuttamaan.

Meidän väestö ikääntyy ja väestömäärä kasvaa niin kyllähän se pelkästään omalta osaltaan tuo lisää liikkumistarpeita. Ikääntyvä väestö on parempikuntoisia kuin ennen, ne liikkuu varmasti enemmän kuin mitä aikaisempina vuosina.

Tässä skenaariossa uskotaan edellistä skenaariota enemmän myös muiden teknologioiden kuin polttomoottorin yleistymiseen autojen käyttövoimana. Polttomoottoriautojen rinnalla nähdäänkin hybridien lisäksi tässä skenaariossa myös jonkin verran sähköautoja. Uusien teknologioiden ja perinteisen polttomoottorin hyötysuhteen parantumisen kautta hiilidioksidipäästöjen kasvun uskotaan lähes pysähtyvän vuoden 2020 jälkeen huolimatta kasvavista henkilöliikennesuoritteista. Henkilöautoliikenteen CO₂-päästöt kasvavat tässä skenaariossa 10,4 prosenttia vuosina 2007–2020 ja 2020–2030 enää 1,1 prosenttia (kuva 7). Henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen kasvu hidastuu tätäkin enemmän ja

pysähtyy aiemmin. Uusien henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt pienenevät keskimäärin 2,3 prosentin vuosivauhtia vuoteen 2030, jolloin uusien henkilöautojen päästölukemissa päästään noin 80 hiilidioksidigrammaan kilometriä kohti (kuva 7). Tämä päästötaso jää vielä jonkin verran EU:n asettamasta tavoitteesta (95g/km v. 2020), sillä vuonna 2020 uusien henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat tässä skenaariossa 112 g/km. Eräs vastaaja väläyttää myös Suomeen jonkinlaista henkilöautojen romutusmaksua, josta on saatu hyviä kokemuksia esimerkiksi Sakassa. Tällöin Suomen hitaasti uusiutuvaa autokantaa saatettaisiin saada uusittua ripeämmin. Tosin huonona puolena romuttamisen edistämisessä on rahavirtojen karkaaminen ulkomaille, koska Suomella ei ole lainkaan autoteollisuutta. Tässä skenaariossa korostuu myös näkemys siitä, ettei liikennesuoritteita välttämättä tarvitsekaan pienentää niin pitkään kuin teknologian avulla saadaan päästöt pysymään kurissa.

Kyllä nyt on nähtävissä sellainen autokonsepti, joka poistais aika pitkälti ton (hiilidioksidipäästö)ongelman.

Kyllä mä oon siitä lähteny, että ei tää liikkumistarve mihinkään vähene, että mihinkäs tässä nyt tarttee vähentyäkään.

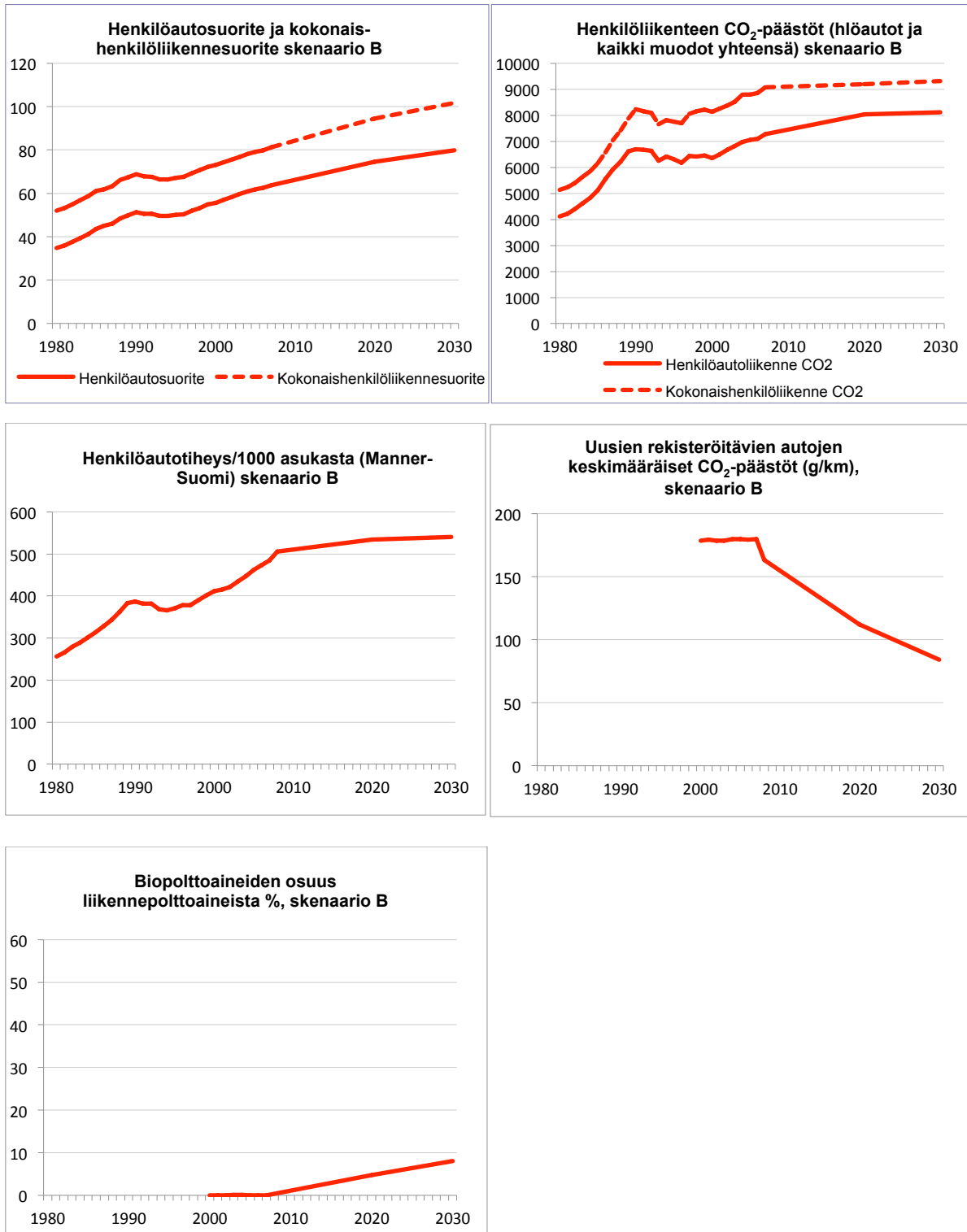
Henkilöautotiheys kasvaa vielä hieman, mutta suhteellinen kasvu putoaa alle puoleen vuosien 2000–2007 vuosittaisesta suhteellisesta kasvusta (kuva 7). Autokannan kasvun uskotaankin vähitellen saavuttavan saturaatiopisteen ja sen jälkeen mahdollisesti kääntyvän jopa laskuun vuoden 2030 jälkeen.

Kun on maa täytetty autoilla niin sitten alkaa kasvu hidastua ja jopa laskee sitten sen jälkeen.

Biopolttoaineprosentti kasvaa vuoteen 2030 mennessä 8,1 prosenttiin (kuva 7), mikä on huomattavasti alle EU-tavoitteiden. Biopolttoaineisiin suhtaudutaan skeptisesti, sillä niiden hyötyjä epäillään suhteessa kustannuksiin. Ulkomainen tuotanto teilataan, koska sen sanotaan tuhoavan esimerkiksi sademetsiä, uhkaavan ruoantuotantoa ja olevan kuljetuskustannustensa ja päästöjensä takia arveluttava vaihtoehto.

Tää (EU:n liikenteen uusiutuvan energiankäytön tavoitteet) ei välttämättä ohjaa ihan toivottavaan kehitykseen, että jos se on sillä tavalla, että sitten tuodaan sitä (biopolttoainetta) tuolta hirveen kaukaa, kun se on halvempaa siellä kuin täällä sitten kotimainen tuotanto, niin siinä tavoitteet lyö käytäntöä sitten korville.

Nyt puhutaan paljon biopolttoaineista, mutta itse en ole vielä kyllä tavannut sanotaanko semmosta koko elinkaareltaan hyvää vaihtoehtoa, mikä ei tuhoais metsiä tai sitten ruokaan tarkoitettua viljelysalaa.



Kuva 7. Poliitiikapessimismi (skenaario B) kuvina.

5.2.3 Skenaario C: Teknologiaoptimismi

Teknologiaoptimismi-skenaario muodostuu 16 tulevaisuuskuvasta, joista viisi on todennäköisiä ja 11 toivottavia. Tämä on siis ensimmäinen skenaario, joka koostuu useammasta toivottavasta kuin todennäköisestä tulevaisuuskuvasta.

Teknologiaoptimismi-skenaariossa suhteellinen henkilöautosuorite jatkaa kasvuaan, mutta hitaammalla tahdilla kuin vuosina 2000–2007 (kuva 8). Vuotuinen suhteellinen kasvu on keskimäärin 0,4 prosenttia. Kasvu painottuu vuosille 2007–2020 tasaantuen tämän jälkeen. Myös kokonaishenkilöliikennesuoritteiden kasvu hidastuu, mutta henkilöautosuoritteiden kehitykseen verrattuna vähemmän. Kokonaishenkilösuoritteissa ei myöskään ole nähtävissä tasaantumaa vuoden 2020 jälkeen vaan kasvu jatkuu suunnilleen samassa tahdissa. Henkilöauto- ja kokonaishenkilöliikennesuoritteiden kehitystä kuvaavat seuraavat haastatteluista poimitut kommentit:

Tietynlainen elintason kasvu sallittais jossakin tapauksissa, et siellä missä se tyydyttymätön liikkumistarve halutaan tyydyttää ja sille on tarve niin sitä ei estettäis.

Mitä helpommin pääsee niin sitten liikutaan enemmän.

Vaikka suoritteet vielä jonkin verran kasvavat, henkilöautoliikenteen ja kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt kääntyvät laskuun (kuva 8). Päästöt vähenevät reilun prosentin suhteellisella vuosivauhdilla ja kokonaisvähennys on vuoteen 2030 mennessä noin neljänneksen verrattuna vuoden 2007 päästötasoon. Tässä skenaariossa henkilöautoliikenteen päästöt määräävät tahdin ja kokonaishenkilöliikenteen päästöt seuraavat henkilöautojen päästöjä eli muiden henkilöliikennemuotojen päästöt säilyvät lähes ennallaan.

Tää ohjaus, mikä nyt on lähteny käyntiin saatais voimistettua ja kansalaiset yhä voimakkaammin haluamaan pienipäästöisiä (autoja), jolloin voitais selkeesti saada päästöt vähenemään, vaikka suoritteet eivät oleellisesti väheniskään tai jopa pysyisivät edelleen kasvussa.

Henkilöautotiheyden kasvu käytännössä pysähtyy, kun on saavutettu hieman yli 500 auton tiheys 1000 asukasta kohti (kuva 8). Henkilöautotiheys on tässä skenaariossa 530 vuonna 2030, mikä tarkoittaa 0,2 prosentin suhteellista vuosittaista kasvua vuodesta 2008.

Onko parempi, että meillä on paljon uusia autoja, jotka on erinomaisen energiatehokkaita vai, että meillä on vanhoja louskuja, jotka syö kaks kertaa enemmän polttoainetta, puolet vähemmän? Että toivottava kehitys lähtee siitä, että ajoneuvokanta uusiutuu, mutta niiden määrä ei lisäännä hirveen paljon.

Tässä skenaariossa vuonna 2030 päästään runsaaseen 15 prosentin biopolttoaineosuuteen (kuva 8). Skenaariossa uskotaan Suomen mahdollisuuksiin tuottaa kotimaisia toisen sukupolven biopolttoaineita, jotka ovat eettisesti kestäväällä pohjalla eivätkä uhkaa ruoantuotantoa tai sademetsiä. Biopolttoaineiden raaka-aineiksi mainittiin tässä skenaariossa muun muassa elintarviketeollisuuden jätteet ja puubiomassa.

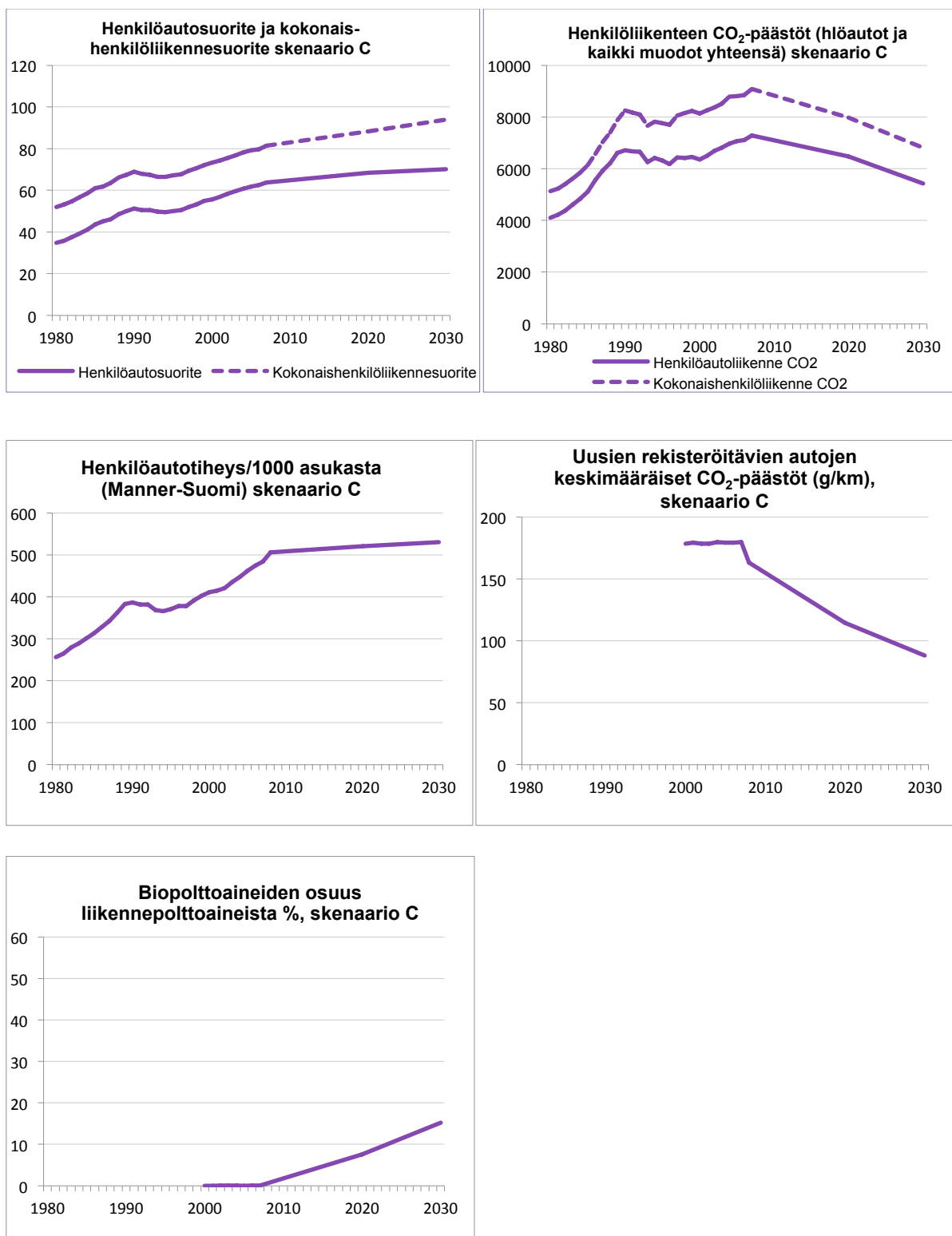
Kyllä mä varsinkin tonne pidemmälle aikavälille vahvasti lasken, että ne pitäis olla näitä meillä itse kehitettyjä puupohjaisia tai tietysti jättepohjaisia.

Uusien rekisteröitävien autojen päästöjen uskotaan pienenevän runsaat 45 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Tällöin uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat 114 g/km vuonna 2020 ja 88 g/km vuonna 2030 (kuva 8). Tämäkään ei kuitenkaan riitä täyttämään EU:n vuodelle 2020 asettamaa 95 g/km päästötavoitetta.

On muutettava suhtautumista autojen suorituskyykyyn. Autojen moottoreissa on käsittämätön määrä ylimääräistä suorituskyykyä, jota ei oikeesti tarvita yhtään mihinkään. Se on mukavuustekijä, arvostustekijä. Tinkimällä niistä polttoaineen kulutusta voitais laskea jo vaikka kuinka paljon enemmän.

Mikään näistä tekniikoista ei lyö sillä tavalla yksin läpi eli nythän on bensiiniautoa saatu taas kehitettyä hirveän hyväksi, ihan tasavertaiseksi dieselin kanssa, dieseliä voidaan kehittää lisää ja hybridi tulee ja sähköauto tulee...

Vetyauto on todennäköisesti poissa kuviosta, että se ei tule olemaan. Se on niin hankala asia, että se ei.



Kuva 8. Teknologiaoptimismi (skenaario C) kuvina.

5.2.4 Skenaario D: Tieliikenteestä tietoliikenteeseen

Tieliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaario koostuu kolmesta todennäköisestä ja neljästä toivottavasta eli yhteensä seitsemästä tulevaisuuskuvasta. Tässä skenaariossa henkilöauto- ja kokonaishenkilöliikennesuoritteet kääntyvät laskuun. Henkilöautosuorite pienenee noin prosentin vuosivauhdilla, mikä johtaa henkilöautosuoritteen vajaan 27 prosentin pienenemiseen vuoteen 2030 mennessä (kuva 9). Tällöin suorite on hieman pienempi kuin 90-luvulla. Kokonaishenkilöliikennesuorite pienenee hieman hitaammin kuin henkilöautosuorite. Kokonaishenkilöliikennesuoritteen pieneneminen tarkoittaa, että tässä skenaariossa ihmisten liikkuminen kaiken kaikkiaan vähenee. Liikkumista pystytään vähentämään yhdyskuntarakennetta tiivistämällä, edistämällä esimerkiksi etätoita ja kehittämällä erilaisia verkkopalveluita.

Ihminen on ollut erittäin liikkuvainen iät ja ajat. Se on luontainen tarve liikkua, mut siitä huolimatta mä kuvittelen, että henkilöliikenne vähenee ja sit toiset pelit, tota niin se mitä tapahtuu teknises mieles, mutta myös täs kulttuurisessa, sosiaalisessa ympäristössä on tää tietoteknologian ja verkkoyhteisön edelleen niinku voimistuminen.

Myös ruuhkamaksut tai jonkinlaiset tienkäyttömaksut nähdään tässä skenaariossa todennäköisinä. Nämä taloudelliset ohjauskeinot yhdistettynä yhdyskuntarakenteen tiivistymiseen kannustavat vähentämään liikkumista tai siirtymään henkilöautosta toiseen kulkutapaan.

Yhdyskuntarakenteessa tietysti pitäis tapahtua semmosia muutoksia, missä autottomat keskustat, kävelykadut lisääntyis, sitte pyöräteiden määrä ylittää, ne edellytykset lisääntyis samaan aikaan kuin sitten autoilu ois tehty ihan älyttömän kalliiksi.

Raideliikennettä ja joukkoliikennettä suosiva liikennepolitiikka kaupungeissa ja valtakunnallisestikin niin sen asema vahvistuu koko ajan, mikä sitten johtaa siihen, että otetaan noi tietullit käyttöön ja sitten valtakunnallisesti autoliikenteen kilometrimaksut. Se on se konsti, jolla pystyy suhteellisen nopeasti saamaan niitä suoritemuutoksia aikaan.

Palveluetaisyysnormeja asetettais, missä uusia asuntoja ei sais rakentaa muuta kuin semmisiin paikkoihin, missä nyt vaikkapa 300 metrin päässä on peruspalvelut: kauppa ja joku niin kuin bussipysäkki ja työpaikka.

Pienentyneiden suoritteiden myötä osa ihmisistä luopuu autostaan ja henkilöautotiheys kääntyy laskuun (kuva 9). Vuonna 2030 henkilöautotiheys on 400 autolla/1000 asukasta noin vuoden 2000 tasolla. Tämä vähenemä on 20 prosenttia vuoden 2008 tasosta.

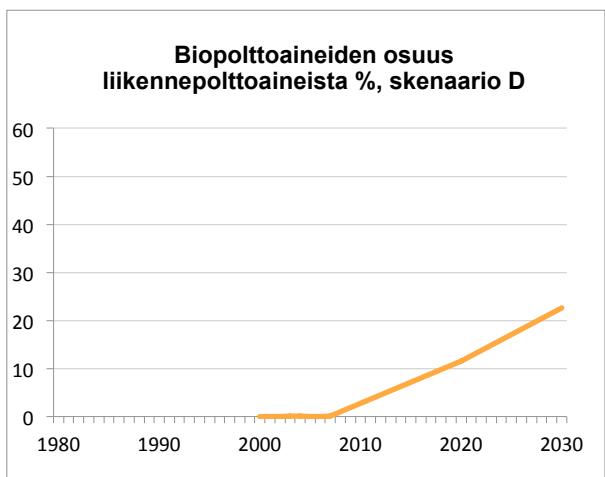
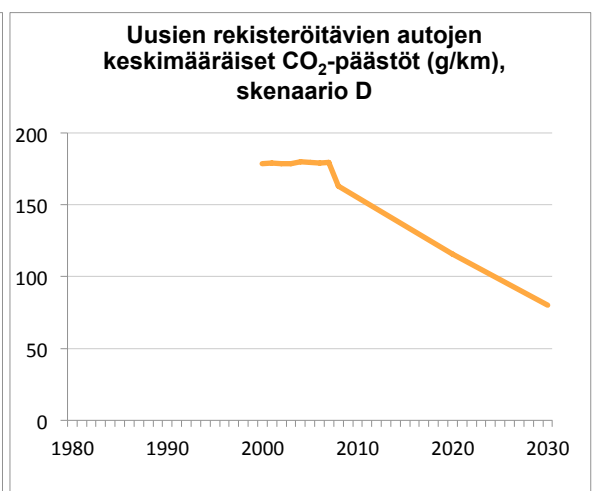
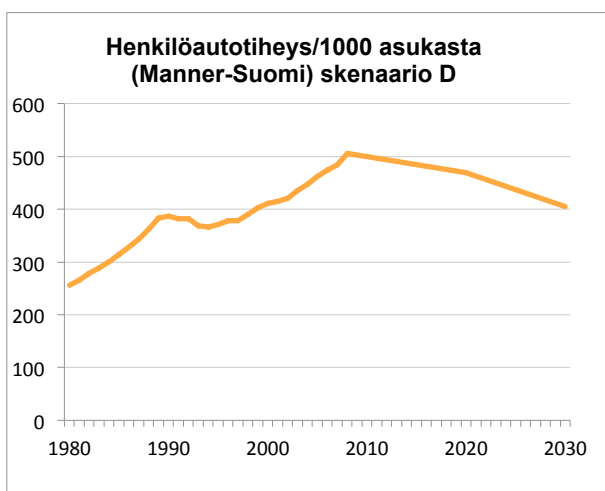
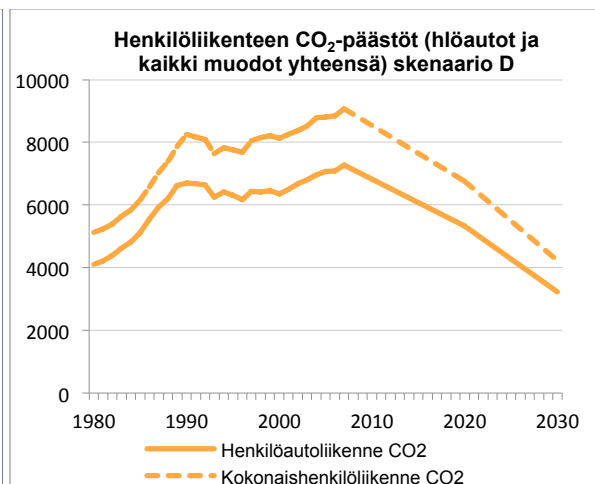
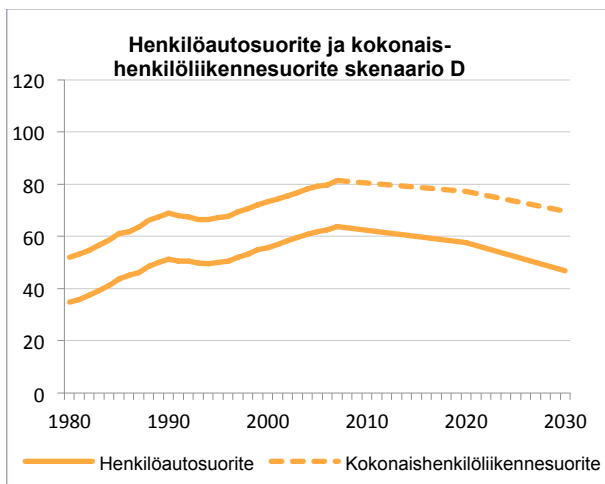
Autojen määrä, mä uskon, että se kasvu on saavutettu. Se ei Suomessa lisäännä.

Hiilidioksidipäästöt laskevat huomattavasti suoritteita enemmän. Vuonna 2030 hiilidioksidipäästöt ovat alle vuoden 1980 tason (kuva 8), mikä edellyttää henkilöautoliikenteen päästöjen pienenemistä runsaalla 55 prosentilla vuodesta 2007. Myös henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöt laskevat yli 53 prosenttia samalla aikavälillä. Suoritteiden laskua suurempien päästövähennysten taustalla nähdään ajoneuvoteknologian parantuminen sekä liikenteen sähköistyminen. Uusien ajoneuvojen keskimääräisten CO₂-päästöjen uskotaan tässä skenaariossa olevan 80 g/km (kuva 9), mikä on samaa tasoa kuin skenaarioissa B ja C. Tässä skenaariossa kuitenkin uskotaan edellisiä enemmän biopolttoaineiden merkitykseen päästöjen vähentämisessä. Biopolttoaineprosentin uskotaan tässä skenaariossa olevan 22,6 vuonna 2030. Tätä edesauttaa polttoaineiden verotuksen porrastaminen hiilidioksidiperustaiseksi, mikä parantaa biopolttoaineiden kilpailukykyä markkinoilla.

Sähköautot tulee ja jyrää ja biopolttoaineet tullaan ehkä enemmän korvaamaan biokaasulla, mutta se vaatii sitten jakeluverkkoa

Ajoneuvoteknologia on ylivoimaisesti merkittävin tapa vähentää päästöjä lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. On se itse asiassa pitkälläkin aikavälillä, mutta sitten yhdyskuntarakenne alkaa vaikuttaa jo enemmän... Eli käytännössä ensin perinteiseen polttomoottoritekнологiaan tehtävät parannukset ja osasähköistyminen eli hybridautoja ja lopulta täyssähköistyminen. Se on kirkkaasti merkittävin, joka puskee noita liikenteen päästöjä alas.

2020-luvulla varmaan jo enemmistö uusista autoista voi olla sähköautoja, mutta se edellyttää jälleen kerran vahvoja politiikkatoimia, että markkinavetoisesti näin nopea kehitys ei näytä hirveen realistiselta.



Kuva 9. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (skenaario D) kuvina.

5.2.5 Skenaario E: Henkilöautoliikenteen romahdus

Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaario koostuu kahdesta toivottavasta tulevaisuuskuvasta. Tässä skenaariossa henkilöautoliikenne ja sen päästöt sekä henkilöautotiheys romahtavat. Samaan aikaan kokonaishenkilöliikennesuorite kuitenkin lähtee pienen notkahduksen jälkeen jälleen kasvuun eli ihmisten liikkuminen ei vähene vaan henkilöautoilusta siirrytään muihin liikennemuotoihin.

Henkilöautoliikennesuorite laskee tässä skenaariossa jo vuonna 2020 alle vuoden 1980 tason ja puolittuu tästä vielä vuoteen 2030 mennessä (kuva 10). Henkilöautosuorite pienenee vuosien 2007 ja 2030 välillä huimat 76,6 prosenttia. Kokonaishenkilöliikennesuorite kääntyy aluksi henkilöautoliikennesuoritteen vanavedessä laskuun, mutta vuoden 2020 jälkeen se alkaa taas kasvaa. Vuoteen 2030 mennessä kasvua kertyy 2 prosenttia (kuva 10).

Myös henkilöautotiheys laskee rajusti. Vuonna 2030 henkilöauto on tuhannesta asukkaasta enää noin 150:llä eli suuri osa ihmisistä luopuu autosta kokonaan ja siirtyy muihin kulkuvälineisiin. Henkilöautoliikenteen rajun vähentymisen taustalla nähdään esimerkiksi yhdyskuntarakenteen tiivistyminen, henkilöautojen käyttöön perustuva verotus, ruuhkamaksut, polttoaineveron korotus ja jopa henkilökohtaiset päästökiintiöt. Siirtymistä henkilöauton käytöstä muihin liikennemuotoihin tuetaan esimerkiksi maksuttomalla joukkoliikenteellä.

Luulen, että vuoteen 2030 mennessä meillä vois hyvin olla Suomessa ja Euroopassa esimerkiksi henkilökohtaiset päästökiintiöt, jotka sitten asettaa sen rajan, että kuinka paljon päästöjä voi tuottaa ja sitä kautta ihmiset seuraa ja myös valitsee sen oman elämäntavan, että jos liikkuu paljon vaikkapa autolla niin potentiaalisesti jossain muussa pitää vähentää, vaikka asumisessa ja ruoassa ja taas tosinpäin.

Polttoaineveron korotuksen ja ruuhkamaksujen lisäksi meillä on vaikkapa pääkaupunkiseudulla käyttäjilleen maksuton joukkoliikenne.

Koska kokonaisliikennesuorite edelleen kasvaa henkilöautosuoritteen pienentymisestä huolimatta, henkilöautolla tehtyjen matkojen on korvauduttava jollakin muulla liikennevälineellä, sillä kuten jo aiemmin todettiin, liikkuminen ei tässä skenaariossa vähene. Lisäksi sekä henkilöautoliikenteen että kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt laskevat rajusti (vajaa 80 %), vaikka kokonaisliikennesuorite ei samana aikana pienene, vaan

jopa kasvaa hieman (kuva 10). Vastaukseksi tähän tarjotaan ilmaista joukkoliikennettä, sähköisen raideliikenteen suoritteiden kasvua, nopeusrajoitusten alentamista ja henkilöautojen lisäksi myös bussien sähköistymistä. Lisäksi kevyttä liikennettä edistetään.

Tarjotaan vaikka kaikille kaupunkilaisille ilmainen fillari.

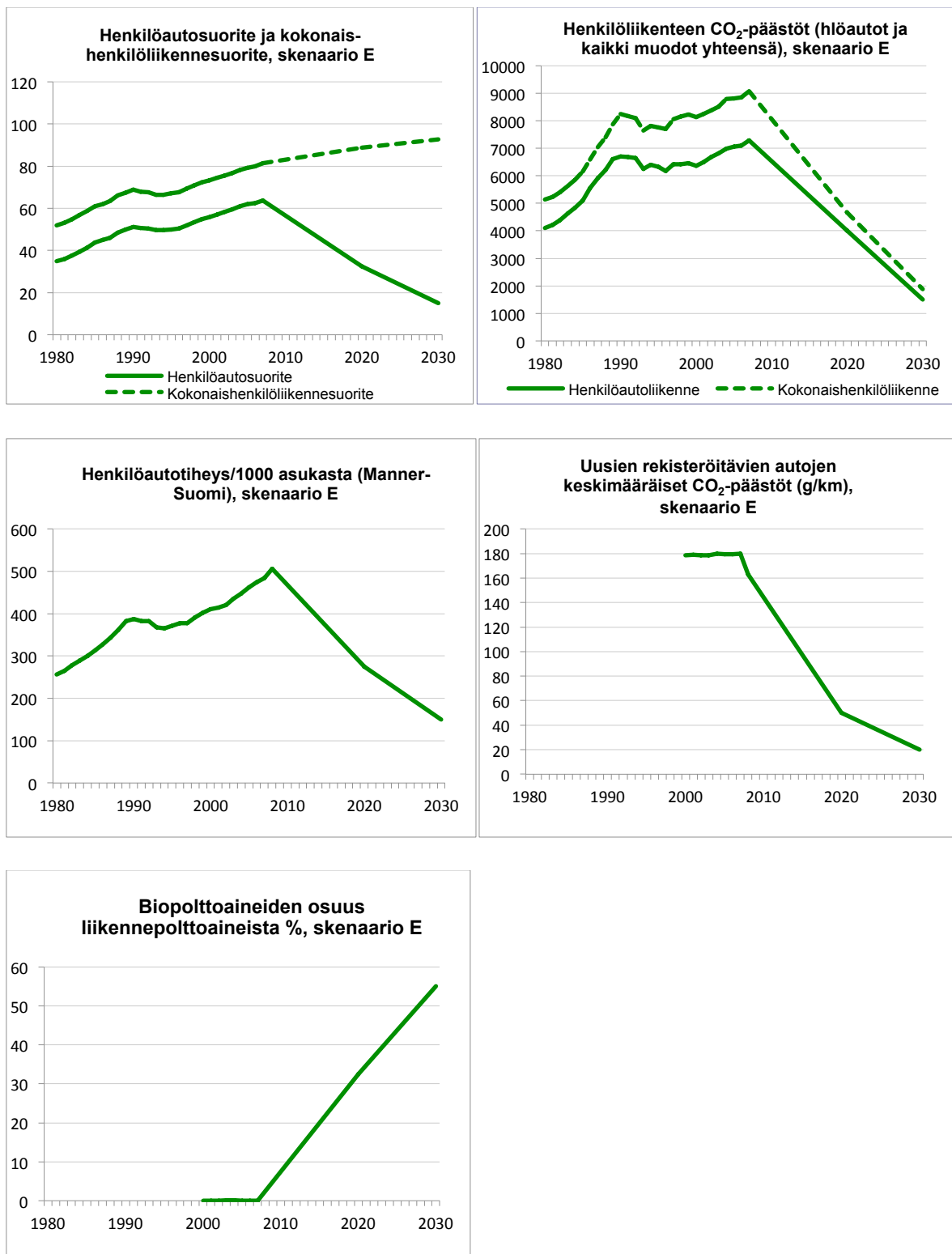
Kattonopeuksien alentamiskokeiluja tai ylipäänsä, että niitä alennettais tai talvinopeusrajoitukset otettais ympärivuotiseen käyttöön.

Päästöihin vaikuttavat myös biopolttoaineet ja uudet teknologiat. Biopolttoaineita on liikennepolttoaineista vuonna 2030 jo 55 % (kuva 10), mikä ylittää Euroopan unionin asettamat tavoitteet. Biopolttoaineiden uskotaan olevan esimerkiksi levä- tai puupohjaisia. Uusien henkilöautojen päästöt ovat vuonna 2030 enää 20 g/km (kuva 10).

Vuoteen 30 mennessä meillä on varmaan jo hyvin vahva ilmastositimus siitä, että teollisuusmaissa päästöt pitää tiputtaa pyöreesti nollaan vuosisadan puoleen väliin mennessä.

Vuoteen 2030 mennessä ajoneuvokanta on niin pitkälle uusiutunut, että se käy pelkästään uusiutuvilla tuotetulla sähköllä tai sitten biopolttoaineilla tai biokaasulla. Tietysti on ihan mahdollista myöskin semmonen, että ihmiset suosii yhä enemmän ei ainoastaan vähäpäästöisiä autoja vaan kokonaan päästöttömiä sitte, kun niitä markkinoille enemmän saadaan. Niin se kyllä ohjaa.

Ei oo toivottavaa, että sitä lisäystä tulee palmuöljystä tai ruokapohjasista kasveista tai puhumattakaan jostain turvedieselistä. Avainsana on, että se on elinkaareltaan järkevää se biopolttoaineiden käyttö.

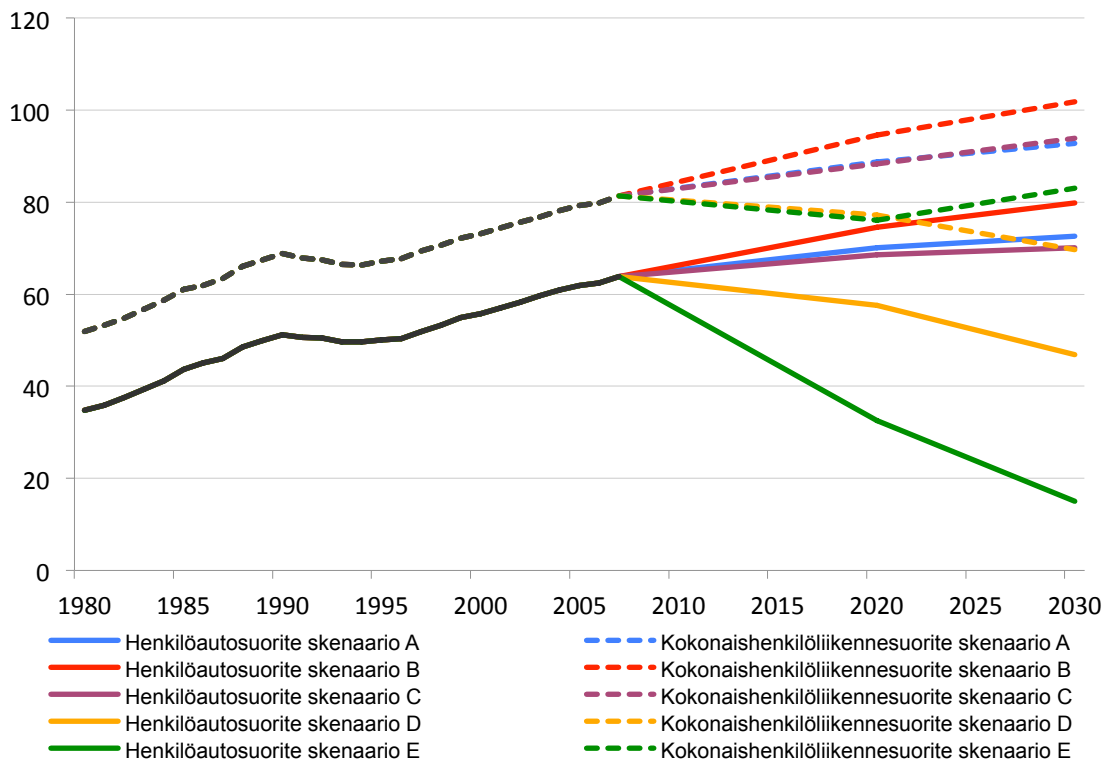


Kuva 10. Henkilöautoliikenteen romahdus (skenaario E) kuvina.

6 TULOSTEN TARKASTELU – SKENAARIOIDEN VERTAILU

Tässä luvussa vertaillaan ensin tutkimuksessa muodostettuja skenaarioita toisiinsa ja havainnollistetaan niiden eroja ja yhtäläisyyksiä kuvin. Luvussa tarkastellaan myös joidenkin muuttujaparien, kuten henkilöautosuoritteen ja henkilöautoliikenteen päästöjen muutosta suhteessa toisiinsa. Tätä suhdetta on havainnollistettu ristiintaulukoinnilla muodostetuilla nelikentillä (esim. kuva 12). Lisäksi skenaarioita vertaillaan aiempiin eurooppalaisiin ja suomalaisiin liikenneskenaarioihin sekä yhteen globaaliin liikenneskenaarioon.

Tämän tutkimuksen skenaarioissa on enemmän hajontaa henkilöautosuoritteen kuin kokonaishenkilöliikennesuoritteen osalta (kuva 11). Molemmat suoritteet jatkavat kasvuaan skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Poliittikapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C), kun taas skenaarioissa Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) suoritteet kääntyvät laskuun. Henkilöautoliikennesuoritteen ja kokonaishenkilöliikennesuoritteen suhdetta skenaarioittain tarkasteltaessa voidaan lisäksi huomata, että kaikissa muissa skenaarioissa henkilöliikennesuorite- ja kokonaishenkilöliikennesuoritekäyrät ovat keskenään melko samansuuntaiset paitsi Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaariossa. Tämä on ainoa skenaario, jossa kokonaishenkilöliikennesuorite kasvaa, kun henkilöautoliikenteen suorite romahtaa. Kokonaishenkilöliikennesuorite lähtee tässäkin skenaariossa aluksi laskuun, mutta kääntyy vuoden 2020 jälkeen jälleen kasvuun. Näyttää siltä, että kestää hetken ennen kuin muilla liikennemuodoilla pystytään korvaamaan aiemmin henkilöautolla kuljetut matkat. Kapasiteetin kehittyminen riittäväksi tuleekin todennäköisesti olemaan syynä tähän kokonaishenkilöliikennesuoritteen väliaikaiseen sukellukseen.



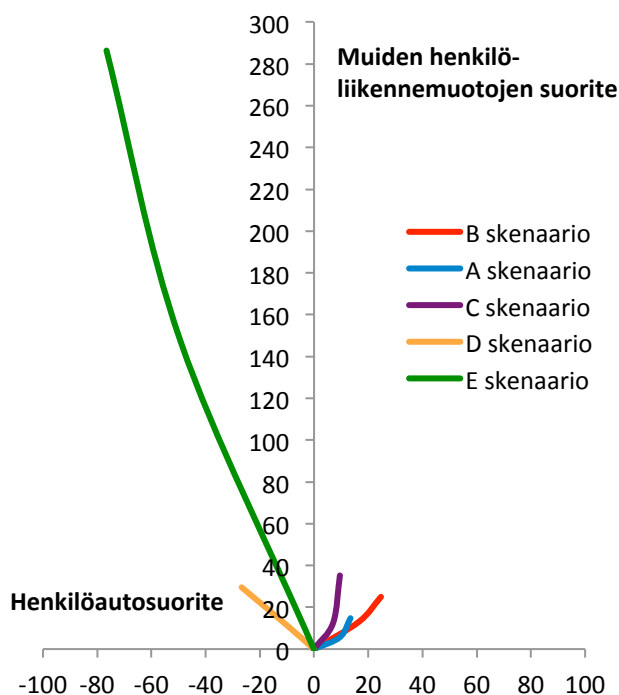
Kuva 11. Viisi skenaariota: henkilöautosuorite ja kokonaishenkilöliikennesuorite Suomessa vuosina 1980–2030.

Verrattaessa suoritteiden kehitystä aiempiin kirjallisuudesta löytyviin skenaarioihin voidaan todeta, että kasvuorientoituneemmat skenaariot Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Poliittikapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C) ovat samansuuntaisia kuin Chatterjeen ja Gordonin (2006) viisi Iso-Britanniaa koskevaa skenaariota, joissa kaikissa liikennesuoritteiden kasvu jatkuu vuosina 2000–2030. Osa näistä skenaarioista on kuitenkin pessimistisempiä kuin tämän tutkimuksen skenaariot, joissa suurin henkilöliikenteen suhteellinen kasvu on 25 prosenttia vuodesta 2007 vuoteen 2030, kun taas Chatterjeen ja Gordonin pessimistisimmässä skenaariossa ennustetaan jopa 51 prosentin kasvua. Tosin täytyy ottaa huomioon, että näiden skenaarioiden aikajana alkaa jo vuodesta 2000, kun taas tämän tutkimuksen skenaarioiden aikajana on 2007–2030. Myös VTT:n baselineskenaario on vuoteen 2020 asti kasvukriittisempi kuin tässä tutkimuksessa muodostetut skenaariot, sillä siinä henkilöliikenteen suhteelliseksi kasvuksi oletetaan 19 prosenttia vuoteen 2020 mennessä, kun se tämän tutkimuksen pessimistisimmässä skenaariossa on tällöin noin 16 prosenttia.

Suoritteiden suhteen kasvukriittisemmät skenaariot Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) ovat kaikkiin niin suomalaisiin kuin eurooppalaisiinkin skenaarioihin verrattuna erittäin optimistisia. Missään muissa tässä työssä tarkastelluista

skennarioista ei ole nähty liikennesuoritteiden kääntyvän laskuun, vaan jatkavan kasvuaan tai korkeintaan tasaantuvan vuoteen 2030 mennessä lähinnä henkilöautoliikenteen osalta, kuten esimerkiksi ILARI-hankkeen baselineskenaariossa (Tapio ym. 2011).

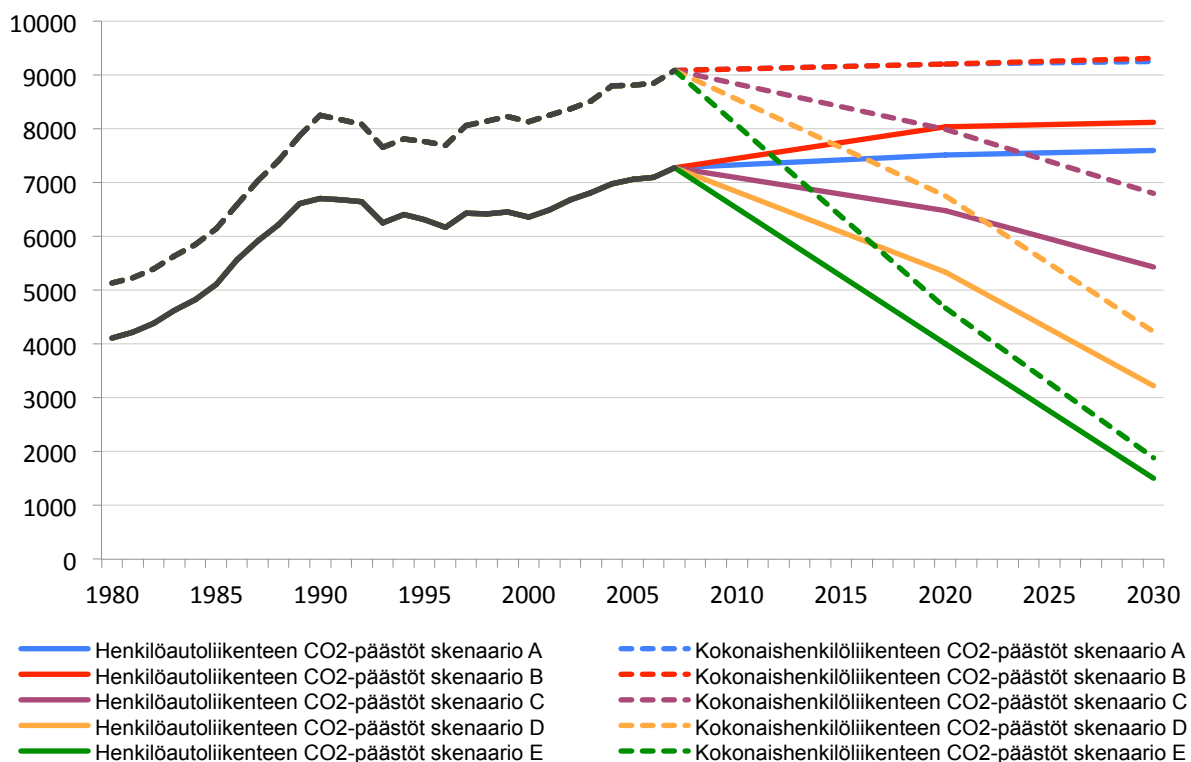
Henkilöautosuoritteiden ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden suhdetta voidaan havainnollistaa seuraavan kuvan 12 kaltaisella nelikentällä, joka kuvaa henkilöautosuoritteiden ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden prosentuaalista muutosta vuosina 2007–2030. Kuva havainnollistaa hyvin sitä, kuinka huikaa kasvua henkilöautoliikenteen radikaali väheneminen Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaariossa vaatii muilta liikennemuodoilta, jotta henkilöliikenteen kokonaissuorite ei pienene. Samaan aikaan, kun henkilöautoliikennesuorite pienenee 80 prosenttia skenaariossa E, muiden henkilöliikennemuotojen suorite kasvaa yli 280 prosenttia. Tämä huima kasvu muiden henkilöliikennemuotojen suoritteissa johtaa kuitenkin vain kahden prosentin kasvuun kokonaishenkilöliikennesuoritteissa vuoteen 2030 mennessä. Myös skenaariossa Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen (D) henkilöautosuorite pienenee ja muiden henkilöliikennemuotojen suorite poislukien henkilöautosuoritteiden samaan aikaan kasvaa. Muissa kolmessa skenaariossa sekä henkilöautosuorite että muiden henkilöliikenteiden suoritteet kasvavat.



Kuva 12. Henkilöautosuoritteiden ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla henkilöautosuoritteiden muutos prosentteina ja pystyakselilla muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden muutos prosentteina.

Skenaarioiden erot suhteessa toisiinsa ovat suuria niin henkilöautoliikenteen kuin kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöjenkin osalta (kuva 13). Kaikissa skenaarioissa päästöjen kasvu on maltillisempaa kuin suoritteiden kasvu ja vastaavasti niissä skenaarioissa, joissa suoritteet laskevat, päästöt vähenevät suhteessa enemmän. Samansuuntaisia tuloksia saivat myös Chatterjee ja Gordon (2006), joiden kaikissa skenaarioissa tieliikenteen hiilidioksidipäästöt kasvoivat suoritteita hitaammin ja kahdessa skenaariossa jopa vähenivät suoritteiden kasvusta huolimatta. Myös Teknologiaoptimismi (C) -skenaariossa niin henkilöautoliikenteen kuin kokonaishenkilöliikenteenkin hiilidioksidipäästöt pienenevät suoritteiden kasvusta huolimatta.

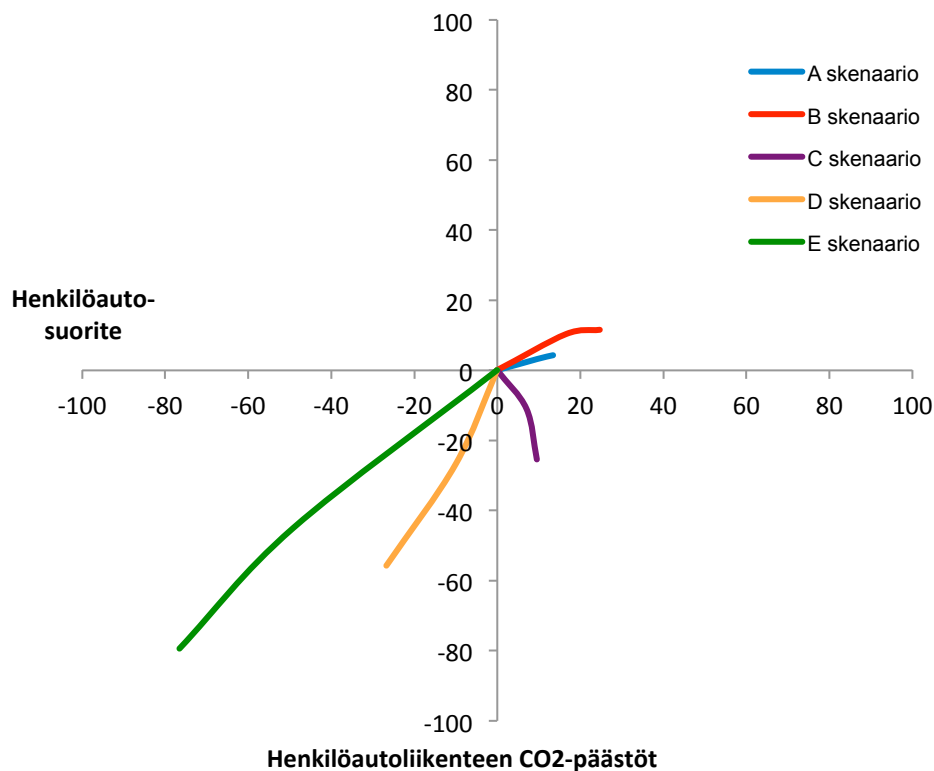
Skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliitiikkapessimismi (B) hiilidioksidipäästöt joko kasvavat tai jäävät kutakuinkin nykyiselle tasolle. Teknologiaoptimismi (C) -skenaariossa taas päästöt kääntyvät suoritteiden kasvusta huolimatta selkeään laskuun. Kaikista mielenkiintoisin on kuitenkin Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaario, sillä siinä henkilöliikenteen kokonaispäästöt laskevat runsaasti tai käytännössä romahtavat, vaikka samaan aikaan kokonaishenkilöliikennesuorite hieman kasvaa. Tätä kehitystä selittävät esimerkiksi uusiutuvalla energialla kulkevan raideliikenteen yleistyminen ja hybridi- tai kokosähköbussit.



Kuva 13. Viisi skenaariota. Henkilöautoliikenteen CO₂-päästöt ja henkilöliikenteen kokonais CO₂-päästöt Suomessa vuosina 1980–2030.

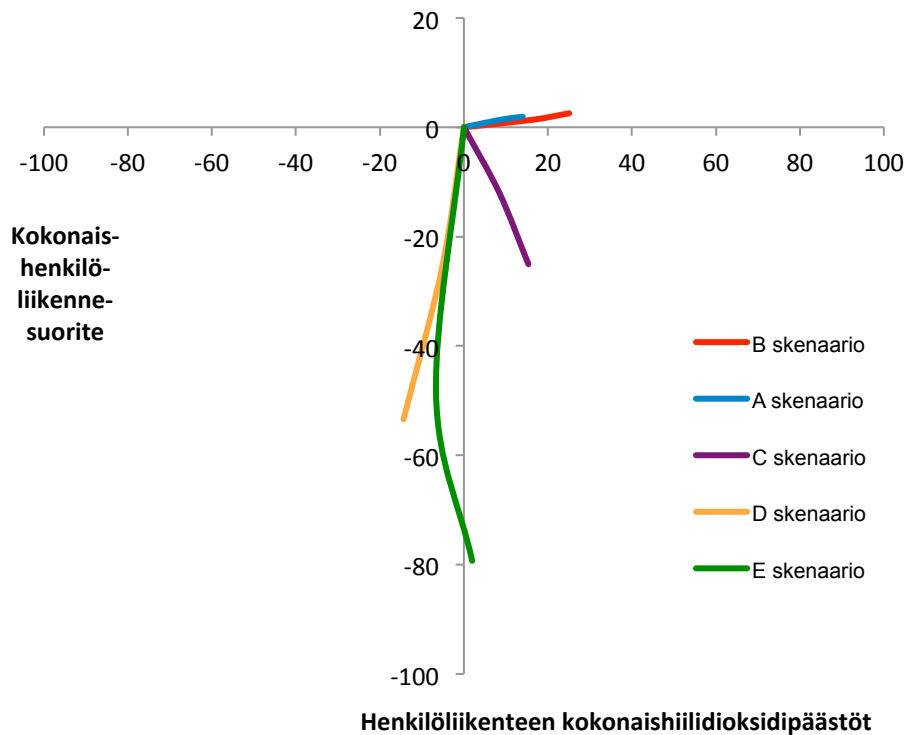
Verrattaessa hiilidioksidipäästöjen suhteen saatuja tuloksia suomalaisiin aiempiin skenaarioihin ja ennusteisiin voidaan todeta, että esimerkiksi LIPASTO-laskentajärjestelmän laskeviin päästöennusteisiin verrattuna tämän tutkimuksen skenaariot ennustavat joko suurempaa kasvua tai ovat huomattavasti kasvukriittisempiä. LIPASTO:n ennusteessa henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt vähenevät 1,4 prosenttia vuoteen 2029 mennessä. ILARI-hankkeen baelineskenaario on huomattavasti optimistisempi henkilöautoliikenteen päästövähennysten suhteen. Tässä skenaariossa henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt pienenevät noin 36 prosenttia vuosina 2007–2030 (Tapio ym. 2011). ILARI:n skenaario on siis huomattavasti kasvukriittisempi CO₂-päästöjen suhteen kuin tämän tutkimuksen skenaariot Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Poliitiikkapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C). Kuitenkin skenaarioissa Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkiläutoliikenteen romahdus (E) päästöt pienenevät vielä huomattavasti ILARI:n baselineskenaarion ennustetta enemmän.

Verrattaessa toisiinsa ristiintaulukoimalla henkilöautosuoritetta ja henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjä (kuva 14) voidaan nähdä selkeästi eri skenaarioiden erot näiden muuttujien suhteen. Kuvassa x-akseli kuvaa henkilöautosuoritteiden prosentuaalista muutosta vuodesta 2007 vuoteen 2030 ja y-akseli henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjen muutosta prosentteina vuodesta 2007 vuoteen 2030. Kuvasta voidaan nähdä, että skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliitiikkaskeptismi (B) molemmat muuttujat kasvavat, kun taas skenaariossa Teknologiaoptimismi (C) henkilöautoliikenteen päästöt pienenevät, vaikka samaan aikaan henkilöautosuorite kasvaa. Skenaarioissa Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkiläutoliikenteen romahdus (E) sekä suoritteet että päästöt pienenevät suhteessa vuoden 2007 tilanteeseen. Henkiläutoliikenteen romahdus - skenaariossa tosin muutos on lineaarisempaa kuin Tieliikenteestä tietoliikenteeseen - skenaariossa (D), jossa päästöt pienenevät suoritteita enemmän.



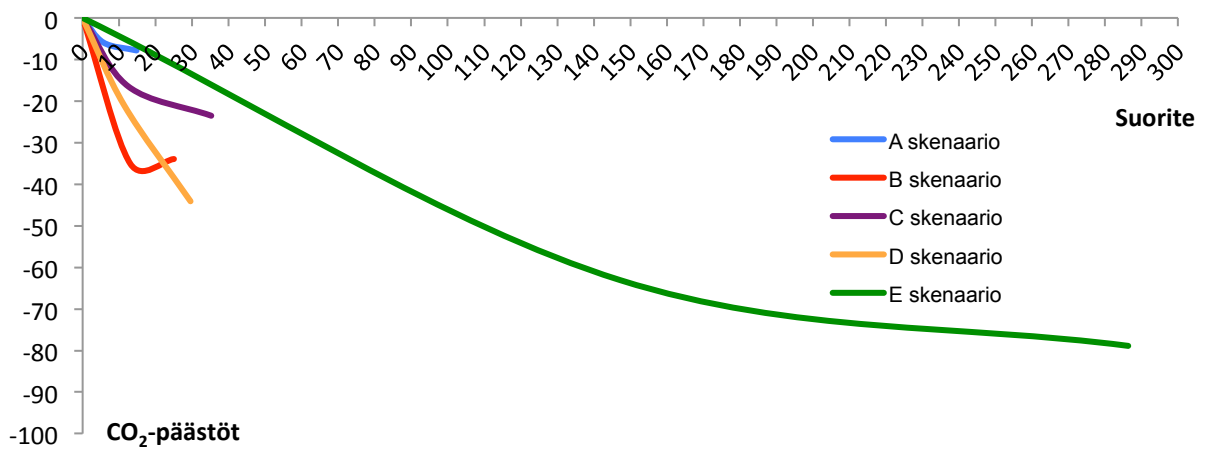
Kuva 14. Henkilöautosuoritteiden ja henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjen muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla henkilöautosuoritteiden muutos prosentteina ja pystyakselilla hiilidioksidipäästöjen muutos prosentteina.

Edellisen kaltainen tarkastelu kokonaishenkilöliikennesuoritteiden ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen suhteesta muodostaa hieman erilaisen kuvan (kuva 15), vaikka eri skenaariot pysyvätkin suunnilleen samoissa neljänneksissä kuin henkilöautoliikennettä ja sen CO₂-päästöjä tarkasteltaessa. Skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliitiikkapessimismi (B) kokonaishenkilöliikennesuorite kasvaa samaan aikaan, kun kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt pysyvät lähes ennallaan. Teknologioptimismi-skenaariossa (C) päästöt pienenevät samaan aikaan, kun suoritteet kasvavat. Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaariossa (D) kokonaishenkilöliikennesuorite pienenee vuoteen 2007 verrattuna, mutta päästöt pienenevät samaan aikaan lähes kolme kertaa enemmän kuin suoritteet. Skenaariossa Henkilöautoliikenteen romahdus (E) suoritteet pysyvät suunnilleen samoina, mutta päästöt romahtavat noin 80 prosenttia.



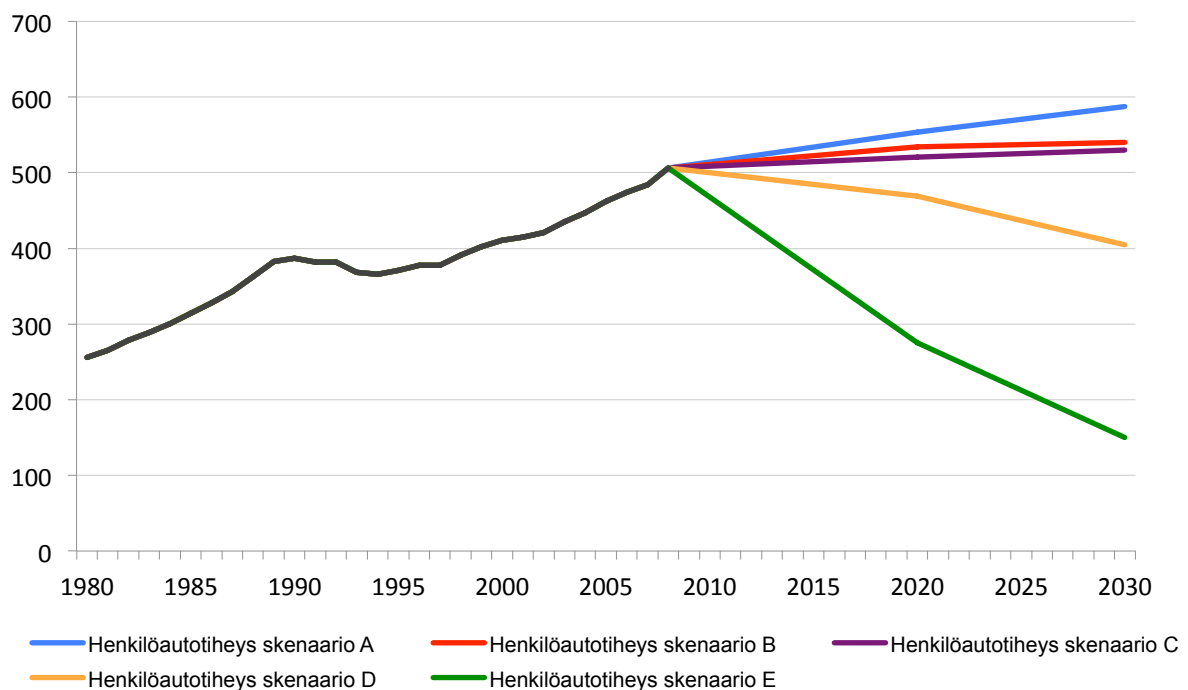
Kuva 15. Kokonaishenkilöliikennesuoritteen ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla kokonaishenkilöliikennesuoritteen prosentuaalinen muutos ja pystyakselilla henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen muutos prosentteina.

Kun tarkastellaan samoja muuttujia eli liikennesuoritetta ja hiilidioksidipäästöjä, mutta ilman henkilöautoliikennettä, kuvasta muodostuu jälleen varsin erilainen (kuva 16). Muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen suhteen kaikki skenaariot sijoittuvat samaan neljännekseen, jossa suoritteet kasvavat samaan aikaan, kun hiilidioksidipäästöt pienenevät. Jälleen Henkilöautoliikenteen romahdus –skenaario (E) on kuitenkin aivan omaa luokkaansa. Siinä sekä muiden henkilöliikennesuoritteiden kasvu, että päästöjen lasku ovat huikeat. Tästä kuvasta voidaan myös havaita, että Poliitiikkapessimismi (B) -skenaariossa muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen yhteenlasketut päästöt pienenevät aluksi hieman alle 40 prosenttia, mutta sitten kehitys kääntyy taas kasvusuuntaiseksi.



Kuva 16. Muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen suorite ja hiilidioksidipäästöt vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla suoritteiden muutos prosentteina vuoteen 2030 ja pystyakselilla hiilidioksidipäästöjen prosentuaalinen muutos vuoteen 2030.

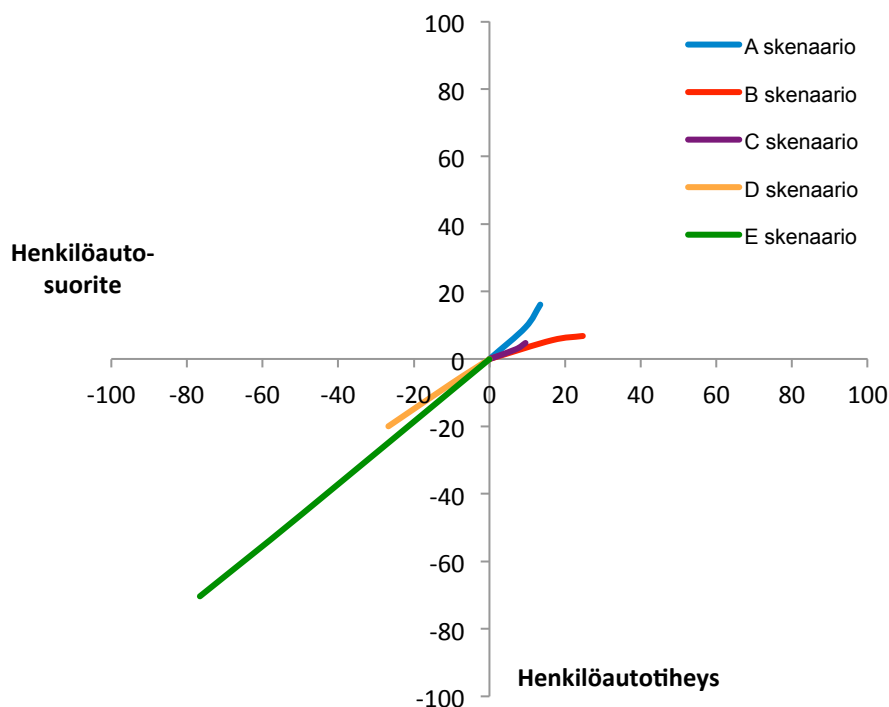
Henkilöautosuoritteeseen ja sitä kautta henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöihin vaikuttaa myös henkilöautotiheys (kuva 17). Eri skenaariot ovat henkilöautotiheyden suhteen samoin jakautuneet kuin suoritteidenkin suhteen eli henkilöautotiheyden uskotaan vielä kasvavan skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Politiikkapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C), joskin kahdessa jälkimmäisessä kasvu on erittäin hidasta, oikeastaan lähes pysähtyvää. Skenaarioissa Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) henkilöautotiheys kääntyy selvään laskuun. Skenaariossa Henkilöautoliikenteen romahdus henkilöautotiheyskin luonnollisesti romahtaa.



Kuva 17. Viisi skenaariota. Henkilöautotiheys/1000 asukasta Manner-Suomessa vuosina 1980–2030.

Henkilöautotiheyden suhteen tämän tutkimuksen kasvuorientoituneissa skenaarioissa uskotaa nopeampaan henkilöautotiheyden kasvuun kuin ILPO:n baselineskenaariossa, jossa henkilöautotiheyden ennustetaan kasvavan vuoteen 2040 asti ja tämän jälkeen hiljalleen pienenevän (LVM 2009a). ILPO:n skenaariossa henkilöautotiheys olisi korkeimmillaan noin 550 henkilöautoa tuhatta asukasta kohti, kun taas tämän tutkimuksen skenaarioissa A, B ja C suunnilleen samantasoinen tai jopa suurempi henkilöautotiheys saavutetaan jo vuoteen 2030 mennessä. Tosin vastakohtana tämän tutkimuksen kasvukriittiset skenaariot ennustavat henkilöautotiheyden laskevan huomattavasti vuoteen 2030 mennessä.

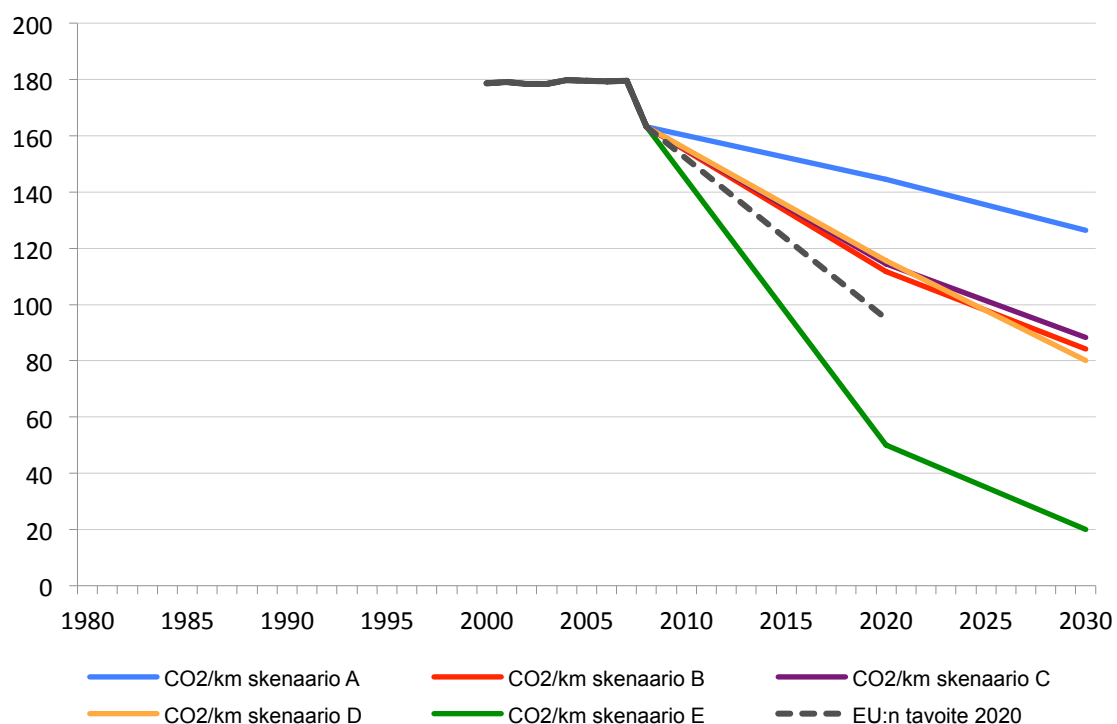
Henkilöautotiheyden ja henkilöautosuoritteiden välistä suhdetta on havainnollistettu kuvassa 18. Henkilöautosuorite on esitetty vaaka-akselilla ja henkilöautotiheys pystyakselilla. Akselien luvut kuvaavat prosentuaalista muutosta vuodesta 2007 vuoteen 2030. Kuvasta voidaan nähdä, että niissä skenaarioissa, joissa henkilöautotiheys kasvoi, myös suoritteiden uskottiin kasvavan eli jos perheeseen hankitaan esimerkiksi kakkosauto, sillä myös ajetaan. Skenaariossa Politiikkapessimismiä (B) uskottiin suoritteiden kasvavan jopa nopeammin kuin henkilöautotiheys eli autokohtainen suorite kasvaa. Skenaarioissa Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) niin henkilöautotiheys kuin henkilöautosuoritteetkin pienenevät kutakuinkin lineaarisesti.



Kuva 18. Henkilöautotiheyden ja henkilöautosuoritteiden muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla henkilöautosuoritteiden muutos prosentteina ja pystyakselilla henkilöautotiheyden muutos (%).

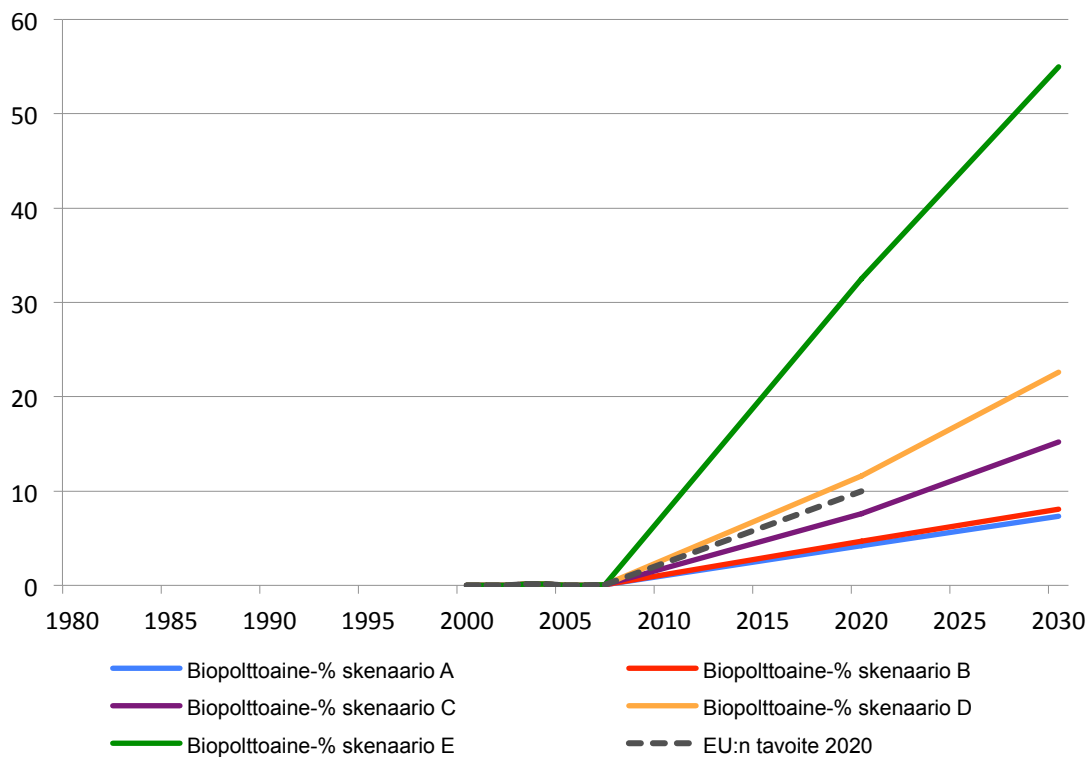
Kahden muuttujan suhteen kaikissa skenaariossa esiintyy samansuuntainen kehitys. Nämä ovat uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (kuva 19) ja biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista (kuva 20). Kuitenkin skenaarioiden välillä on merkittäviä eroja suuruusluokissa. Uusien autojen hiilidioksidipäästöt nähdään suunnilleen samantasoisiksi skenaarioissa Poliitiikkapessimismi (B), Teknologioptimismi (C) ja Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D), joissa kaikissa päädytään noin 80 gramman hiilidioksidipäästöihin vuoteen 2030 mennessä. Myös kehityskulku päästöjen suhteen on tähän pisteeseen asti näissä skenaarioissa samanlainen ja vuonna 2020 päästöt ovat näissä skenaarioissa suunnilleen 110 g/km. Nämä kaikki skenaariot jäävät siis Euroopan unionin vuodelle 2020 asettamasta 95 g/km tavoitteesta.

Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) -skenaariossa jäädään vielä kauemmas EU:n tavoitteista ja päädytään noin 125 grammaan kilometrikohtaisiin päästöihin vuoteen 2030 mennessä, kun taas Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaariossa saavutetaan 20 gramman hiilidioksidipäästöt kilometriä kohti. Tämä skenaario on ainoa, jossa saavutetaan ja jopa ylitetään reilusti EU:n vuodelle 2020 asettama tavoite, sillä tässä skenaariossa päästöt ovat 50 g/km vuonna 2020.



Kuva 19. Viisi skenaariota ja EU:n tavoite: Uusien rekisteröitävien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (g/km) Suomessa vuosina 1980–2030.

Liikennepolttoaineiden biopolttoaineosuuksien suhteen skenaariot Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliittikapessimismi (B) olivat lähes identtiset (kuva 20). Kummassakaan skenaariossa ei uskota biopolttoaineiden läpimurtoon ja näissä skenaarioissa liikennepolttoaineiden bioprosenttiosuus jää vaatimattomaan alle kymmeneen prosenttiin. Skenaarioissa Teknologiaoptimismi (C) ja Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) biopolttoaine-prosentti nousee suuremmaksi ollen noin 15 ja 25 prosenttia (suurempi skenaariossa D). Tieliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaariossa Euroopan unionin biopolttoainetavoite vuodelle 2020 saavutetaan. Suurimpaan biopolttoaineiden läpimurtoon uskotaan kuitenkin skenaariossa Henkilöautoliikenteen romahdus (E), jossa biopolttoaineiden prosenttiosuus liikennepolttoaineista on vuonna 2030 jo noin 55 %, mikä ylittää EU:n biopolttoainedirektiivissä asetetut tavoitteet.



Kuva 20. Viisi skenaariota: Biopolttoaineiden osuus Suomen liikennepolttoaineista prosentteina vuosina 2007–2030.

7 POHDINTA

7.1 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa muodostettiin Suomea koskevia henkilöautoliikenneskenaarioita vuoteen 2030 perustuen suomalaisten liikennealan asiantuntijoiden näkemyksiin. Erityisesti henkilöautosuorite, kokonaishenkilöliikennesuorite ja hiilidioksidipäästöt olivat tutkimuksen kiinnostuksen kohteina. Asiantuntijoilta kysyttiin myös näkemyksiä erilaisista päästöihin ja suoritteisiin vaikuttavista tekijöistä, kuten teknologian kehityksestä ja liikennealaa koskevista ohjauskeinoista sekä poliittisista tavoitteista, jotta skenaarioihin saatiin myös näkemystä siitä, millaisilla toimilla tämänkaltainen tulevaisuus on saavutettavissa. Lisäksi tarkasteltiin muodostettujen skenaarioiden suhteutumista Euroopan unionin asettamiin tavoitteisiin sekä vertailtiin skenaarioita aiempiin liikenneskenaarioihin.

Asiantuntijoiden näkemysten pohjalta muodostettiin viisi keskenään hyvin erilaista henkilöautoliikenteeseen painottuvaa skenaarioita, joista osa toteutti EU:n asettamat tavoitteet, kun taas osa jäi niiden toteuttamisessa pahasti jälkeen. Osa skenaarioista oli melko kasvuorientoituneita niin liikennesuoritteiden kuin päästöjenkin suhteen ja osa taas hyvin kasvukriittisiä. Kasvuorientoituneissa skenaarioissa liikennesuoritteiden kasvu jatkui ja samoin myös hiilidioksidipäästöjen kasvu, joskin molemmissa paljon loivemmalla kasvurallalla kuin tähän asti. Yhdessä skenaariossa uskottiin liikennesuoritteiden ja päästöjen absoluuttiseen irtikytkentään eli siihen, että kasvavista suoritteista huolimatta hiilidioksidipäästöt kääntyvät laskuun.

Kahdessa kasvuskeptisessä skenaarioissa suoritteiden uskottiin kääntyvän laskuun ja CO₂-päästöjen uskottiin laskevan suoritteitakin nopeammin. Merkittävä ero näiden kahden skenaarion välillä oli kuitenkin se, että Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa (E) kokonaishenkilöliikennesuoritteen ei uskottu pienenevän, vaikka henkilöautosuorite romahti. Näin ollen Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa liikkuminen ei vähene vaan ainoastaan kulkutapa muuttuu. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen skenaariossa (D) taas ihmisten liikkuminen kokonaisuudessaan vähenee sähköisen viestinnän ja asioinnin lisääntyessä.

Skenaarioiden keskinäisen vertailun lisäksi muodostettuja skenaarioita verrattiin aiempiin kirjallisuudesta löytyviin skenaarioihin. Tätä vertailua havainnollistaa seuraavalla sivulla oleva yhteenveto skenaarioiden tämän tutkimuksen kanssa keskeisistä ja vertailukelpoisista tuloksista (taulukko 2). Verrattaessa tämän tutkimuksen skenaarioita kirjallisuudesta löytyviin aiempiin liikenneskenaarioihin voidaan todeta, että kasvuorientoituneet skenaariot ennustivat aiempiin skenaarioihinkin verrattuna melko suurta kasvua, kun taas kasvukriittisissä skenaarioissa uskottiin aiempiin skenaarioihin verrattuna hyvin suuriin vähennyksiin erityisesti hiilidioksidipäästöjen osalta. Tätä vertailua havainnollistaa seuraavalla sivulla oleva yhteenveto skenaarioista ja niiden tämän tutkimuksen kannalta keskeisistä ja tämän tutkimuksen skenaarioiden kanssa vertailukelpoisista tuloksista (taulukko 2).

Muodostettuja skenaarioita tarkasteltiin myös sen suhteen, kuinka niissä onnistuttiin Euroopan unionin biopolttoaineiden osuudelle ja uusien autojen keskimääräisille hiilidioksidipäästöille asetettujen tavoitteiden toteuttamisessa. Kaksi skenaariota viidestä täytti EU:n vuodelle 2020 asettaman biopolttoaineiden tavoiteosuuden liikennepolttoaineista, joka on 10 %. Loput kolme skenaariota jäivät tavoitteesta. Kahdessa näistä skenaarioista liikennepolttoaineiden kymmenen prosentin biopolttoaineosuutta ei saavutettu edes vuoteen 2030 mennessä. EU:n asettaman uusien rekisteröitävien autojen keskimääräisten hiilidioksidipäästöjen tavoitteen (95 g/km vuodelle 2020) täytti vain yksi viidestä skenaariosta. Kolmessa skenaariossa päästiin EU-tavoitteen tasolle tai hieman sen alle vuoteen 2030 mennessä, mutta yhdessä skenaariossa keskimääräiset CO₂-päästöt olivat vuonna 2030 edelleen yli 120 grammaa kilometrillä.

Taulukko 2. *Aiempien liikenneskenaarioiden ja tämän tutkimuksen liikenneskenaarioiden vertailu: tämän tutkimuksen kannalta keskeiset tekijät ja tulokset.*

Tekijä(t) ja ilmestymisvuosi	Aikajänne	Käytetty taustadataa?	Skenaarioiden rajaus	Keskeisimmät tulokset
Cuenot ym. 2010	2005– 2050	Kyllä	Kaksi globaalia skenaariota, miten energiankulutus ja CO ₂ -päästöt muuttuvat kulkutapajakauman muutoksen seurauksena.	Ensimmäisessä skenaariossa (perusura) henkilöliikennesuorite kasvaa OECD-maissa 33 %. Kulkutapajakauman muutos -skenaariossa suorite pienenee 20 % vuoteen 2050 mennessä. Suoritteen pienenemisen taustalla ovat maankäytön suunnittelu ja infrastruktuurin kehitys, jotka johtavat matkojen lyhentymiseen ja moottoroidun liikenteen korvaantumiseen kevyellä liikenteellä. Lisäksi tietotekniikan kehitys vähentää liikennettä.
Lopez-Ruiz 2010	2000– 2050	Ei	Kolme Ranskaa koskevaa skenaariota julkisen politiikan tehokkudesta tähdättäessä kasvihuonekaasupäästövähenyksiin.	Teknologian kehityksen avulla päästöt pienenevät perusuraskenaariossa 48 %. Kahdessa muussa skenaariossa vähenemä on n.75 % v. 2000 tasosta. Vähennys saavutetaan joko liikenteen nopeutta hidastamalla tai yhdyskuntarakennetta tiivistämällä. Lisäksi myös liikenteen energiatehokkuus paranee.
Chatterjee & Gordon 2006	2010– 2030	Ei	Tarkasteltiin Britannian liikenteen 10 vuotis-suunnitelman vakautta pidemmällä aikaperspektiivillä ottaen huomioon sosiaaliset, taloudelliset ja teknologiset muutokset.	Viisi skenaariota, joissa kaikissa henkilöliikennesuoritteet kasvavat vuoteen 2030. Samaan aikaan kahdessa skenaariossa CO ₂ -päästöt kasvavat, yhdessä skenaariossa päästöt pysyvät ennallaan ja kahdessa skenaariossa päästöt pienenevät suoritteiden kasvusta huolimatta. Liikenteen dekarbonisoitumista saavutetaan teknologian kehityksellä, erilaisilla ruuhkamaksuilla ja tietulleilla sekä julkisen liikenteen kehittämällä.
Åkerman & Höjer 2006	2000– 2050	Ei	Muodostettiin lyhyen ja pitkän matkan henkilöliikennettä ja tavaraliikennettä koskeva tulevaisuuskuva kestävästä ruotsalaisesta liikennejärjestelmästä vuoteen 2050.	Matkojen pituudet pienenevät yhdyskuntarakenteen tiivistymisen ja tele-/internetkommunikaation lisääntymisen myötä. Tuotteiden kotiinkuljetus ja hyvät lähipalvelut mahdollistavat sen, että auton käyttö vähenee puoleen ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteet kasvavat. Kokonaishenkilöliikennesuorite pysyy v. 2000 tasolla, mutta ”pakolliset” matkat vähenevät ja toivottavat matkat lisääntyvät sekä energiatehokkuus paranee huomattavasti.
ILPO 2009, VTT	2006– 2050	Kyllä	Baseline-ennuste Suomen liikenteen päästöjen ja suoritteiden kehityksestä vuoteen 2050.	Henkilöautoliikennesuorite kasvaa 38 %. CO ₂ -päästöt vähenevät energiatehokkuuden paranemisen vuoksi noin 16 % (ei ole otettu huomioon verouudistusta). Biopolttoaineiden osuudet liikennepolttoaineista noudattelevat kansainvälisiä tavoitteita eli osuus tieliikenteen polttoaineista on noin 10 % vuonna 2020.
Tapio ym. 2011, ILARI	2010– 2050	Kyllä	Perusuraennuste Suomen liikenteen ja sen CO ₂ -päästöjen kehityksestä vuoteen 2050.	Henkilöautoliikennesuorite kasvaa 31 % ja henkilöautoliikenteen CO ₂ -päästöt pienenevät energiatehokkuuden parantumisen vuoksi n. 53%. Ennusteessa on otettu huomioon auto- ja ajoneuvoverojen muutokset. Biopolttoaineiden käytöllä saavutetaan n. 15% vähennys kasvihuonepäästöissä. Päästöt kääntyvät jo 2010-luvun puolivälissä laskuun ja ovat ennustejakson lopulla vuoden 1980 tasolla.
Joki 2011, tämä tutkimus	2007– 2030	Kyllä	Viisi skenaariota Suomen henkilöautoliikenteen ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden ja päästöjen sekä näihin vaikuttavien tekijöiden kehityksestä.	Viisi skenaariota, joista kolmessa henkilöautoliikennesuorite kasvaa (n. 10–25 %) ja kahdessa suorite pienenee (26–76 %). CO ₂ -päästöt kasvavat kahdessa skenaariossa hieman, mutta kääntyvät kolmessa skenaariossa laskuun, yhdessä jopa suoritteiden kasvusta huolimatta. Kehityksen taustalla ovat ajoneuvoteknologian kehittyminen, vaihtoehtoiset polttoaineet ja ympäristöpoliittinen ohjaus.

7.2 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa muodostettuja skenaarioita voidaan hyödyntää pohdittaessa Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuutta erityisesti ilmastonäkökulmasta ja tähdättäessä päästövähennyksiin liikennekäyttäytymistä ja kulkutapoja muuttamalla sekä teknologiaa kehittämällä. Tutkimus vastaa melko hyvin asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Jälkeenpäin ajateltuna kuitenkin henkilöliikennettä olisi ehkä ollut järkevää tarkastella hieman monipuolisemmin, eikä keskittyä niin paljon pelkästään henkilöautoliikenteeseen ja sen vertaamiseen kokonaishenkilöliikenteeseen. Eri henkilöliikennemuotojen yksityiskohtaisempi tarkastelu olisi ehkä antanut tutkimukseen lisää syvyyttä ja helpottanut skenaarioiden vertailua aiempiin liikenneskenaarioihin.

Tutkimus osoittaa, että suomalaisten liikennealan asiantuntijoiden näkemyksissä henkilöautoliikenteen tulevaisuudesta on suuria eroja. Positiivista on se, että kaikissa skenaarioissa nähtiin henkilöliikenteen dekarbonisoitumista eli liikkumisen energiatehokkuuden parantumista ja näin ollen päästöjen irtikytkentää suoritteisiin nähden. Henkilöautojen laskennallisiin päästöihin vaikuttavat biopolttoaineet jakoivat erityisesti mielipiteitä ja biopolttoainekysymyksen suhteen samaankin skenaarioon sijoittuneissa vastauksissa oli suurta hajontaa, joka ei juuri pienentynyt ryhmittelyä muuttamalla eli klustereiden ja sitä kautta skenaarioiden lukumäärää kasvattamalla. Tämä kertoo siitä, että biopolttoaineisiin liittyy liikennealalla paljon toivoa, mutta myös vakavia pelkoja. Nämä pelot liittyvät lähinnä biopolttoaineiden eettisyyteen riippuen niiden tuotantotavasta, joka saattaa johtaa siihen, että biopolttoaineiden tuotanto kilpailee peltopinta-alasta ruoantuotannon kanssa. Tähän ongelmaan nähtiin kuitenkin ratkaisuna toisen sukupolven biopolttoaineet, kuten leväpohjaiset biopolttoaineet, jotka eivät kilpaile ruoantuotannon kanssa. Myös biopolttoaineiden kotimaisuutta pidettiin tärkeänä kriteerinä arvioitaessa niiden käytön lisääntymisen toivottavuutta. Moni asiantuntijoista toivoikin kotimaisen biopolttoaineosuuden kasvattamista esimerkiksi puupohjaisten biopolttoaineiden tuotannolla. Myös jättepohjaiset biopolttoaineet nähtiin hyvänä vaihtoehtona.

Skenaarioista nousi erityisesti esiin asiantuntijoiden luottamus teknologian kehitykseen, jolla uskottiin joissakin skenaarioissa jopa saavutettavan henkilöliikenteen kokonaispäästöjen pienenemistä ilman, että suoritteiden tarvitsee pienentyä. Ohjauskeinoista vahvimpana pidettiin taloudellista ohjausta eli liikenteen hinnoittelua. Sen uskottiin olevan erityisen tärkeä keino pyrittäessä saavuttamaan päästövähennyksiä nopeasti. Asennemuutosten

uskottiin seuraavan perässä viiveellä. Erityisesti ruuhkamaksut ja auton käyttöön pohjautuva verotus nousivat haastatteluissa esiin tehokkaina keinoina. Myös polttoaineiden hiilidioksidiperusteinen verotus nousi esille keinona edistää ympäristöystävällisempien polttoaineiden menekkiä ja saavuttaa sitä kautta päästövähennyksiä. Koska haastattelut on toteutettu vuoden 2009 lopussa, jotkut asiat ovatkin sittemmin jo edenneet. Hallitus on esimerkiksi esittänyt vuonna 2010 eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamista siten, että se mahdollistaisi liikennepolttoaineiden hiilidioksidipohjaisen verotuksen (HE 147/2010).

Kaiken kaikkiaan osa skenaarioista oli melko optimistisia päästövähennysten suhteen, kun otetaan huomioon Suomen autokannan perinteisesti hidas uusiutuminen ja tutkimuksen suhteellisen lyhyt aikajänne. Siksi usko teknologian ja autokannan näinkin voimakkaaseen uusiutumiseen oli jokseenkin yllättävää. Toisaalta on hienoa, että liikennealan asiantuntijat uskovat siihen, että muutokset ovat mahdollisia nopealla aikataululla ja tehokkaasti. Tämä antaa uskoa jatkaa taistelua ilmaston lämpenemistä vastaan myös vaikeasti hallittavalla liikennesektorilla.

LÄHTEET

AKE 2010. *AKE vuosikertomus 2009*.

<http://www.ake.fi/AKE/Vuosikertomus+2009/Ymp%C3%A4rist%C3%B6/Tilastotietoa/>
[Luettu 3.8.2011].

Amara, R. 1981. The Futures Field. Searching for Definitions and Boundaries. *The Futurist* 15(1): 25–29.

Buehler, R. 2011. *Determinants of transport mode choice: a comparison of Germany and the USA*. *Journal of Transport Geography* 19 (2011): 644–657.

Chatterjee, K. & Gordon, A. 2006. *Planning for an unpredictable future: Transport in Great Britain in 2030*. *Transport Policy* 13 (2006): 254–264.

Cuenot, F., Fulton, L. & Staub J. 2010. *The prospect for modal shift in passenger transport worldwide and impacts on energy use and CO₂*. Energy Policy. Painossa.

Dubes, R. & Jain, A.K. 1979. *Validity studies in clustering methodologies*. *Pattern Recognition* 11(4): 235–254.

EEA 2006. *Urban Sprawl in Europe. The ignored challenge*. EEA Report 10/2006. Copenhagen. 56 s.

EEA/Eurostat 2010. *Greenhouse gas emissions from transport*.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/main_tables
[Luettu 6.9.2011].

Euroopan komissio 2007. *Yhteisön strategia henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi: uudelleentarkastelun tulokset*. Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille. Bryssel 7.2.2007 KOM(2007) 19 lopullinen.

Euroopan komissio 2008. *Kaksi kertaa 20 vuonna 2020. Ilmastonmuutostoimet – mahdollisuus Euroopalle*. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja Alueiden komitealle. Bryssel 23.1.2008 KOM(2008) 30 lopullinen.

Euroopan komissio 2011. *Valkoinen kirja. Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää*. Bryssel 28.3.2011 KOM(2011) 144 lopullinen.

EY 2009. *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 443/2009, annettu 23 päivänä huhtikuuta 2009, päästönormien asettamisesta uusille henkilöautoille osana yhteisön kokonaisvaltaista lähestymistapaa kevyiden hyötyajoneuvojen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi*. 5.6.2009 Euroopan unionin virallinen lehti L 140/1.

Fyhri, A., Hjorthol, R., Mackett, R.L., Fotel, T.N. & Kyttä, M. 2011. *Children's active travel and independent mobility in four countries: Development, social contributing trends and measures*. *Transport Policy* 18 (2011): 703–710.

HE 147/2010. *Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi.*

[http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?\\$ {APPL}=akirjat&\\$ {BASE}=akirjat&\\$ {THWIDS}=0.35/1321274555_435288&\\$ {TRIPPIFE}=PDF.pdf](http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?$ {APPL}=akirjat&$ {BASE}=akirjat&$ {THWIDS}=0.35/1321274555_435288&$ {TRIPPIFE}=PDF.pdf) [Luettu 31.10.2011].

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2004. *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö.* Yliopistopaino. Helsinki. 214 s.

Henkilöliikennetutkimus 2004–2005. WSP LT-Konsultit Oy 2006. Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus. 82 s.

IPCC 2007a. *Summary for Policymakers.* Teoksessa Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (toim.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge and New York. Pp. 2–18.

IPCC 2007b. Pachauri, R.K & Reisinger, A. (toim.). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Geneva. 104 s.

Jääskeläinen, S. 2010. *Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009-2020. Seuranta 2010.* Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 28/2010.

Kalanti, T. 2001. *Auto romanttisen minuuden kotina.* Teoksessa Toiskallio, K. (toim.) 2001. *Viettelyksen vaunu. Autokulttuurin muutos Suomessa.* Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 841. Jyväskylä. Pp. 181-216.

Kalenoja, H. & Häyrynen, J.P. 2003. *Keskustan pysäköinti osana liikennejärjestelmää - Tampereen keskustan pysäköintitutkimus.* Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenne ja kuljetustekniikan laitos. Tutkimusraportti 51.

Kamppinen, M. 2002. *Ensimmäinen osa: Perusteet. Johdanto.* Teoksessa *Tulevaisuudentutkimus. Perusteet ja sovelluksia.* 2002 (toim.) Kamppinen, M., Kuusi, O. ja Söderlund, S. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 896. Helsinki. Pp. 17–18.

Kiiskilä, K., Mäenpää, M. & Vaaranen, H. 2005. *Nuorten tarpeet liikkujaryhmänä.* Tiehallinnon julkaisu 59/2005. Helsinki.

Kuusi, O. 2003. *Delfoi-menetelmä.* Teoksessa Vapaavuori, M. & von Bruun, S. (toim.) 2003. *Miten tutkimme tulevaisuutta?* 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Pp. 134–144.

Liikennevirasto 2011. *Tietilasto 2010.* Suomen virallinen tilasto. Liikenne ja matkailu. Liikenneviraston tilastoja 6/2011. Liikennevirasto. Helsinki.

Linstone, H.A., & Turoff, M. 2002. *Introduction – General Remarks.* Teoksessa Linstone H.A. & Turoff, M. (toim.) 2002. *The Delphi Method. Techniques and Applications.* Pp. 3–12.

LIPASTO 2010. *Suomen tieliikenteen päästöt ja energiankulutus.* <http://lipasto.vtt.fi/liisa/paastodata.htm> [Luettu 7.10.2011].

- Lopez-Ruiz, H. 2010. *Passenger mobility and climate constraints: Analysing adaptive strategies*. Halshs-00573959 working paper. Saavissa: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00573959/fr/> [Luettu 22.9.2011].
- LVM 2009a. *Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020*. Ohjelmia ja strategioita 2/2009.
- LVM 2009b. *Helsingin seudun ruuhkamaksuselvitys*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 30/2009.
- Lyytimäki, J. 2006. *Unohdetut ympäristöongelmat*. Gaudeamus Helsinki. 238 s.
- Lyytimäki, J. 2011. *Mainstreaming climate policy: the role of media coverage in Finland*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 16(6): 649–661.
- Malaska, P. 2003. *Tulevaisuustietoisuus ja tulevaisuuteen tunkeutuminen*. Teoksessa Vapaavuori, M. ja von Bruun (toim.) 2003. Miten tutkimme tulevaisuutta? 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Tampere Pp. 9–16.
- Mannermaa, M. 1993. *Tulevaisuudentutkimus tieteellisenä tutkimusalana*. Teoksessa Vapaavuori, M. ja von Bruun (toim.) 2003. Miten tutkimme tulevaisuutta? 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Tampere Pp. 24–38.
- Mannermaa, M. 1999. *Tulevaisuuden hallinta. Skenaariot strategiatyöskentelyssä*. Ekonomia-sarja. WSOY Porvoo. 227 s.
- Meinhausen, M., Hare, W., Raper, S.C.B., Frieler, K., Knuutti, R., Frame, D.J. & Allen, M.R. 2009. *Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2°C*. Nature 458(2009): 1158–1163.
- NCDC 2011. *Global Surface temperature Anomalies*. National Climatic Data Center 2011. <http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php> [Luettu 31.10.2011].
- Niiniluoto, N 2002. *Alkusanat*. Teoksessa Kamppinen, M., Kuusi, O. ja Söderlund, S. (toim.) 2002. Tulevaisuudentutkimus. Perusteet ja sovelluksia. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 896. Helsinki. Pp. 7–10.
- Nygrén, N., Lyytimäki, J. ja Tapio, P. 2011. *A small step towards sustainable transport – media debate over Finnish car tax reform*. In: Conference Proceedings – Trends and Future of Sustainable Development, 9-10 June 2011, Tampere Finland. FFRC eBooks. Painossa.
- OECD 2011. *About the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*. http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_36734052_36734103_1_1_1_1_1,00.html [Luettu 17.8.2011].
- Rauhala, K., Mäkelä, K., Estlander, K., Tolsa, H., Martamo, R., Lahti, P. & Perälä, M. 1997. *Ympäristövaikutuksiltaan edullinen yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelmä LYYLI*. Ympäristöongelmat, toimenpiteet, kohdekaupungit ja mallintaminen. VTT yhdyskuntateknikka. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT).

Ristimäki, M., Kalenoja H. & Tiitu M. 2011. *Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet. Vyöhykkeiden kriteerit, alueprofiilit ja liikkumistottumukset*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 15/2011.

Sairinen, R. 1996. *Suomalaiset ja ympäristöpolitiikka*. Tilastokeskus. Tutkimuksia 217. Helsinki. 179 s.

Skinner, I., van Essen, H., Smokers, R. & Hill, N. 2010. *Towards the decarbonisation of EU's transport sector by 2050*. Final report produced under the contract ENV.C.3/SER/2008/0053 between European Commission Directorate-General Environment and AEA Technology.

Steinert, M. 2009. *A dissensus based online Delphi approach: An explorative research tool*. Technological Forecasting & Social Change 76(2009): 291–300.

Tapio, P. 2002. *The Limits to Traffic Volume Growth: The Content and Procedure of Administrative Future Studies on Finnish Transport CO₂-policy*. Acta Futura Fennica 8. Finnish Society for Future Studies. Turku. 234 s.

Tapio, P. 2003. *Disaggregative Policy Delphi Using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation*. Technological Forecasting & Social Change 70(1): 83–101.

Tapio, P. & Willamo, R. 2008. *Developing Interdisciplinary Environmental Frameworks*. AMBIO: A Journal of the Human Environment 37(2): 125–133.

Tapio, P., Varho, V., Nygrén, N., Järvi, T. & Tuominen, A. *Liikennepolitiikan ilmasto. Baseline-kehitys sekä asiantuntijoiden ja nuorten visiot liikenteen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 19/2011.

TEM 2008. *Pitkän aikavälin ilmasto ja energiasstrategia*, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto 36/2008.

Tilastokeskus 2007a. Suomen virallinen tilasto (SVT): *Energiankulutus*. <http://www.tilastokeskus.fi/til/ekul/tau.html> [Luettu 4.2.2011].

Tilastokeskus 2007b. *Vuosisata suomalaista autoilua*. <http://www.stat.fi/tup/suomi90/lokakuu.html> [Luettu 17.8.2011].

Tilastokeskus 2010a. *Liikennetilastollinen vuosikirja 2010*. Tilastokeskus. SVT Liikenne ja matkailu 2010. Helsinki.

Tilastokeskus 2010b. *Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2008*. 4. Korjattu painos. Katsauksia 2010/1. Ympäristö ja luonnonvarat. Helsinki.

Tilastokeskus 2011a. *Tieliikenneonnettomuudet 2010*. SVT Liikenne ja matkailu 2011. Helsinki.

Tilastokeskus 2011b. *Kansalaisuus iän ja sukupuolen mukaan maakunnittain 1990–2010*. http://pxweb2.stat.fi/Dialog/varval.asp?ma=020_vaerak_tau_101_fi&ti=Kansalaisuus+i%E4n+ja+sukupuolen+mukaan+maakunnittain+1990+%2D+2010&path=../Database/StatFin/vrm/vaerak/&lang=3&multilang=fi. [Luettu 25.10.2011]

Tiehallinto 2004. *Suomen laatupalkinto 2004: kilpailuhakemus* 30.4.2004. Helsinki. 74 s.

Tiehallinto 2010. *Kotimaan henkilöliikenne vuosina 1960–2009*.
<http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/26295.PDF> [Luettu 3.8.2011].

Trafi 2009. *Ajoneuvokanta 2008. Rekisterissä olevat ajoneuvot haltijan kotimaakunnan ja -kunnan mukaan 31.12.2008*.
<http://www.ake.fi/AKE/Tilastot/Ajoneuvokanta/Ajoneuvokanta+2008/Ajoneuvokanta+2008.htm> [Luettu 25.10.2011].

Trafi 2011. *Liikenteen ympäristöverot*.
http://www.trafi.fi/ekoautoilu/liikenteen_ymparistoverot [Luettu 1.4.2011]

Tryfos, P. 1998. *Methods for Business Analysis and Forecasting: Text & Cases*. Wiley. 592 s.

Turoff, M. 1975. *The Policy Delphi*. Teoksessa Linstone H. A. & Turoff, M. (toim.) 2002. *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Pp. 80–96.

Vapaavuori, M. & von Bruun, S. (toim.) 2003. *Miten tutkimme tulevaisuutta?* 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. Acta Futura Fennica 5. Tampere. 328s.

Varho, V. & Tapio, P. 2005. *Wind power in Finland up to year 2025–'soft' scenarios based on expert views*. Energy Policy 33 (2005): 1930–1947.

Varho, V. & Tapio, P. 2009. *The climate discussion on transport (CAST) – an interdisciplinary environmental analysis*. Transport workshop, Oxford University, 12.6.2009.

Vinnari, M. & Tapio, P. 2008. *Ruoankulutuksen tulevaisuuskuvia vuodelle 2030*. Futura 3/08.

Vinnari, M. & Tapio, P. 2009. *Future images of meat consumption in 2030*. Futures 41 (2009): 269–278.

Whitmarsh, L. & Köhler, J. 2010. *Climate change and cars in the EU: the roles of auto firms, consumers, and policy in responding to global environmental change*. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 3 (2010): 427–441.

Willamo, R. 2005. *Kokonaisvaltainen lähestymistapa ympäristönsuojelutieteessä. Sisällön monimutkaisuus ympäristönsuojelijan haasteena*. Environmentalica Fennica 23. Helsinki. 374 s.

YM 2008. *Pitkän aikavälin energia- ja ilmastostrategia*. Ympäristöministeriön sektoriselvitys. Ympäristöministeriön raportteja 19/2008. Helsinki.

Åkerman, J. & Höjer, M. 2006. *How much transport can the climate stand? – Sweden on a sustainable path in 2050*. Energy Policy 34 (2006): 1944–1957.

LIITTEET

Liite 1: CAST -hankkeen delfoi-tutkimukseen osallistuneet asiantuntijat

Aho Mika (St1)
Ahti Elmeri (Suomen Liikenneliitto ry)
Antinoja Markku (Espoon kaupunki)
Backlund Sakari (Suomen kuljetus ja logistiikka)
Erno Aholammi (Ajoneuvohallintokeskus)
Halla Nils (Tiehallinto)
Ihamäki Kati (Finnair Oyj)
Kalenoja Hanna (Tampereen yliopisto)
Katajisto Petteri (Ympäristöministeriö)
Kerosuo Martti (Ratahallintokeskus)
Kiiskilä Kati (Destia Oy)
Kämäräinen Jorma (Merenkulkulaitos)
Laine Kimmo (City Car Club)
Laine Tarja (Uudenmaan ympäristökeskus)
Lautsi Veikko (Helsingin Sanomat)
Malinen Petri (Valtiovarainministeriö)
Metsäranta Heikki (Strafica Oy)
Mäkelä Kaisa (Ympäristöministeriö)
Mäkelä Kari (Valtion teknillinen tutkimuslaitos, VTT)
Puputti Pekka (Autotuojat ry)
Saavola Mikko (Linja-autoliitto)
Stenvall Vesa (VR)
Stranius Leo (Suomen luonnonsuojeluliitto)
Suvanto Tuomo (Liikenne- ja viestintäministeriö)
Tapaninen Ulla (Turun yliopisto)
Taskinen Johanna (Motiva Oy)
Turpeinen Harri (Neste Oil Oyj)
Tynkkynen Oras (Eduskunta)
Viinikainen Mikko (Finavia Oyj)
Viinikainen Tytti (Tiehallinto)
Vilkuna Johanna (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV)
Virtanen Marja (Demos Helsinki)

Liite 2: Delfoi-tutkimuksen kyselylomake

Suomen liikennesektorin tulevaisuus

ASiantuntijapaneelin 1. KIERROS

— CAST —

Arvoisa asiantuntija!

Tällä lomakkeella keräämme henkilökohtaisia näkemyksiäsi Suomen sisäisen liikenteen todennäköisestä ja toivottavasta tulevaisuudesta vuoteen 2030.

Toivottavan tulevaisuuden tulee olla mielestäsi mahdollinen, esim. fyysisesti, teknisesti ja yhteiskunnallisesti.

Kirjoitathan vastauksesi valkoisiksi jätettyihin ruutuihin. Lomake on suojattu siten, että voit tehdä muutoksia ainoastaan niihin.

Taulukoissa on sinisellä pohjalla tilastotiedot jo toteutuneesta kehityksestä, turkoosilla pohjalla ohjelman automaattisesti yhteenlaskemat tiedot, oranssilla pohjalla kysymykset, sekä valkoisella pohjalla kohdat, joihin vastauksesi tulevat.

Luvut siirtyvät suoraan kysymysten yhteydessä oleviin kuvaajiin, joista voit nähdä vastauksesi ja voit helposti muuttaa vastaustasi tarvittaessa.

Kunkin kysymyksen alalaidassa on myös valkoisella pohjalla merkitty tila, johon voit halutessasi kirjoittaa perustelujasi.

Toteutunut kehitys on esitetty melko tarkasti, mutta voit halutessasi vastata vähemmän tarkasti:

olemme ennen kaikkea kiinnostuneita näkemyksestäsi trendien suunnasta ja voimakkuudesta.

Ensimmäisessä sarakkeessa kysytään todennäköisenä pitämäsi tulevaisuutta, se piirtyy yhtenäisenä viivana toteutuneen kehityksen jatkoksiksi.

Toivottavaa tulevaisuutta kysytään rinnakkaisessa sarakkeessa ja se piirtyy kuvaajiin katkoviivana. Lähtöpisteinä on viimeisin tilastotieto.

Mikäli sinulla on kysyttävää, tai lomakkeen käytössä on ongelmia, otathan yhteyttä niin pyrimme korjaamaan tilanteen heti! p.

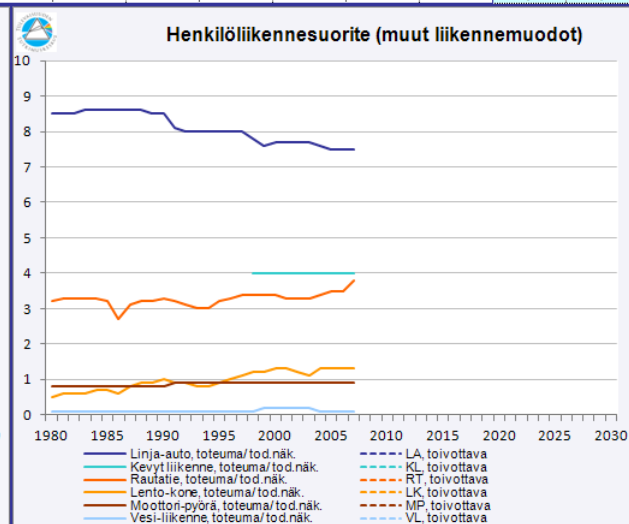
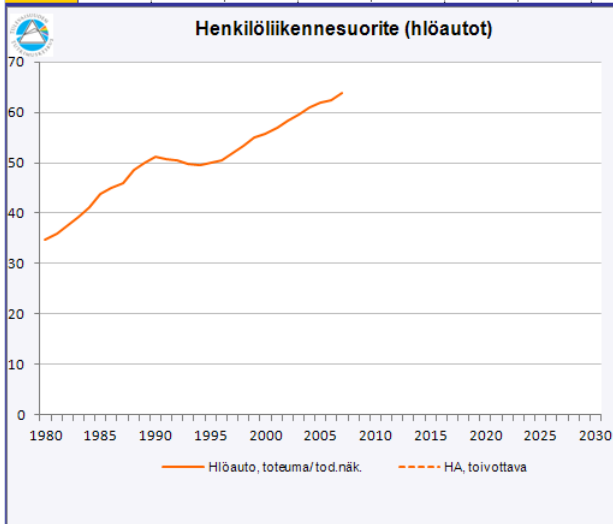
Kun pääset taulukon loppuun asti, muista tallettaa täyttämäsi lomake omalle koneellesi ja lähätä sähköpostitse osoitteeseen

Toivon saavani lomakkeen viimeistään pari päivää ennen sovittua haastattelua.

1. Mikä on kunkin liikennemuodon liikennesuorite henkilökilometrein (mrd. hlökm) laskettuna todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevissa kuvissa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet liikennesuoriteen yhteenlaskettuna.

Vuosi	Hiläauto, toteuma/tod.näk.	HA, toivottava	Linja-auto, toteuma/tod.näk.	LA, toivottava	Moottori-pyörä, toteuma/tod.näk.	MP, toivottava	Rautatie, toteuma/tod.näk.	RT, toivottava	Lento-kone, toteuma/tod.näk.	LK, toivottava	Vesi-liikenne, toteuma/tod.näk.	VL, toivottava	Kevyt liikenne, toteuma/tod.näk.	KL, toivottava	Yhteensä toteuma/tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	35		8,5		0,8		3,2		0,5		0,1				47,9	
1990	51		8,5		0,8		3,3		1		0,1				64,9	
2000	56		7,7		0,9		3,4		1,3		0,2		4		73,2	
2001	57		7,7		0,9		3,3		1,3		0,2				70,4	
2007	64	64	7,5	7,5	0,9	0,9	3,8	3,8	1,3	1,3	0,1	0,1	4	4	81,4	81,4
2020															0,0	0,0
2030															0,0	0,0



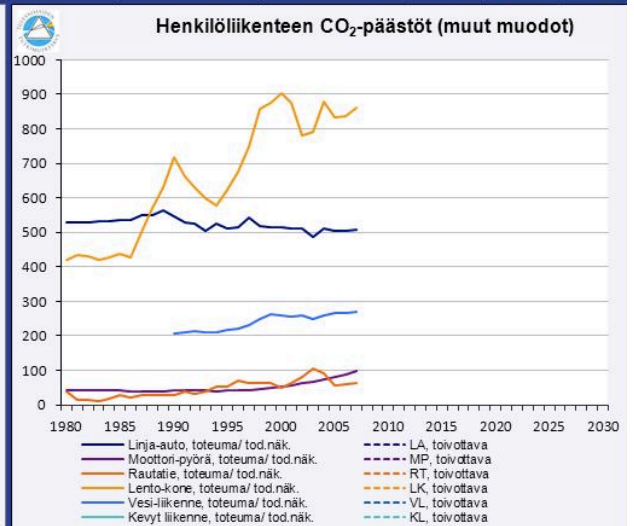
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

2. Mikä on kunkin henkilöliikennemuodon CO₂-päästöjen määrä (1000 t/a) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet yhteenlasketut päästöt.

Vuosi	Hlöauto, toteuma/ tod.näk.	HA, toivottava	Linja-auto, toteuma/ tod.näk.	LA, toivottava	Moottori-pyörä, toteuma/ tod.näk.	MP, toivottava	Rautatie, toteuma/ tod.näk.	RT, toivottava	Lento-kone, toteuma/ tod.näk.	LK, toivottava	Vesi-liikenne, toteuma/ tod.näk.	VL, toivottava	Kevyt liikenne, toteuma/ tod.näk.	KL, toivottava	Yhteensä toteuma/ tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	4105		529		41		39		419						5133	
1990	6705		547		41		29		718		205				8245	
2000	6353		516		52		49		902		259				8132	
2007	7278	7278	508	508	97	97	63	63	862	862	271	271	0	0	9078	9078
2020															0	0
2030															0	0



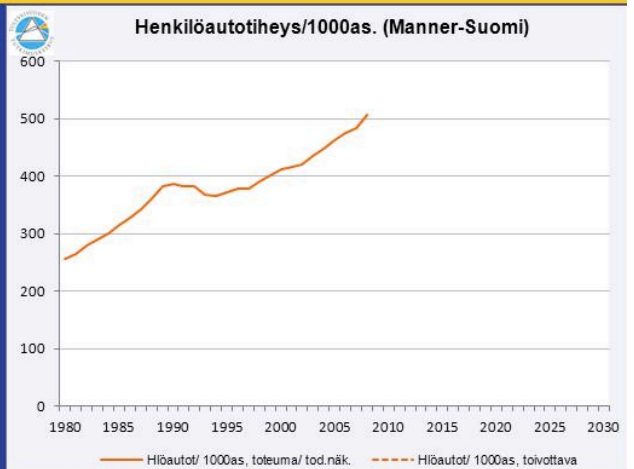
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

3. Mikä on henkilöautotiheys / 1000 asukasta Manner-Suomessa todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	Hlöautot/ 1000as, toteuma/ tod.näk.	Hlöautot/ 1000as, toivottava
1980	256	
1990	387	
2000	411	
2008	506	506
2020		
2030		



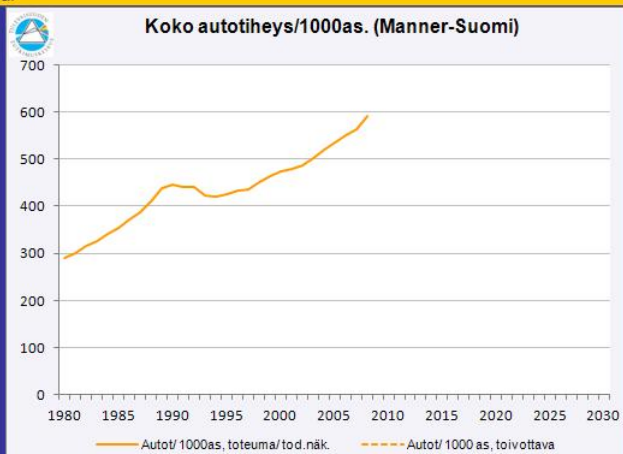
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

4. Mikä on koko autotiheys / 1000 asukasta Manner-Suomessa todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	Autot/ 1000as, toteuma/ tod.näk.	Autot/ 1000 as, toivottava
1980	290	
1990	446	
2000	475	
2008	590	590
2020		
2030		



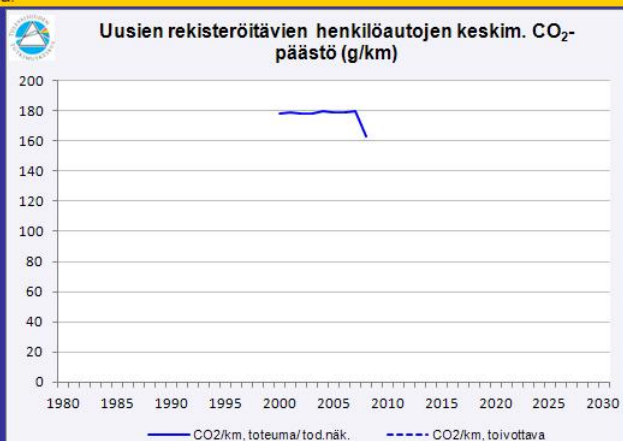
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

5. Mikä on uusien henkilöautojen keskimääräinen CO₂-päästö (g/km) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	CO ₂ /km, toteuma/ tod.näk.	CO ₂ /km, toivottava
1980		
1990		
2000	179	
2001	179	
2002	179	
2003	178	
2004	180	
2005	179	
2006	179	
2007	180	
2008	163	163
2020		
2030		



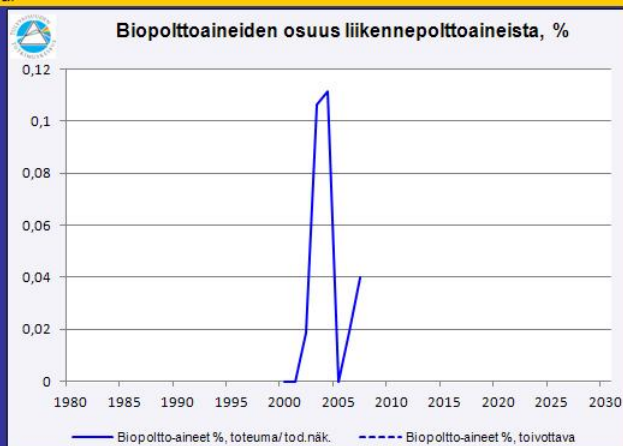
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

6. Kuinka suuri osuus biopolttoaineilla on liikennepolttoaineista todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	Biopoltto- aineet % toteuma/ tod.näk.	Biopoltto- aineet % toivottava
1980		
1990		
2000	0,00	
2001	0,00	
2002	0,02	
2003	0,11	
2004	0,11	
2005	0,00	
2006	0,02	
2007	0,04	0,04
2020		
2030		



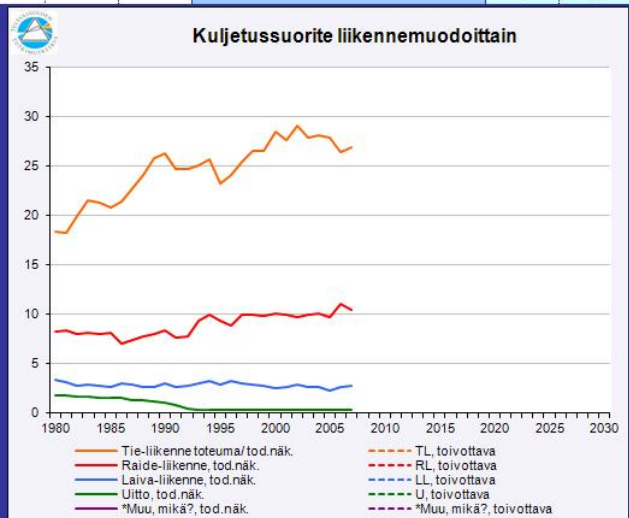
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

7. Mikä on eri kuljetusmuotojen kuljetussuorite (mrd. tkm) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoiisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet yhteenlasketun suoritteen.

Vuosi	Tie- liikenne toteuma/ tod.näk.	TL, toivottava	Raide- liikenne, toteuma/ tod.näk.	RL, toivottava	Laiva- liikenne, toteuma/ tod.näk.	LL, toivottava	Uitto, tod.näk.	U, toivottava	*Muu, mikä? tod.näk.	*Muu, mikä? toivottava	*Mita sisältyy kohtaan "Muu, mikä"? >	Yhteensä toteuma/ tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	18		8,3		3,4		1,8					32	
1990	26		8,4		3		1,1					39	
2000	29		10		2,5		0,3					41	
2007	27	27	10	10	2,8	2,8	0,3	0,3	0	0		40	40
2020												0	0
2030												0	0



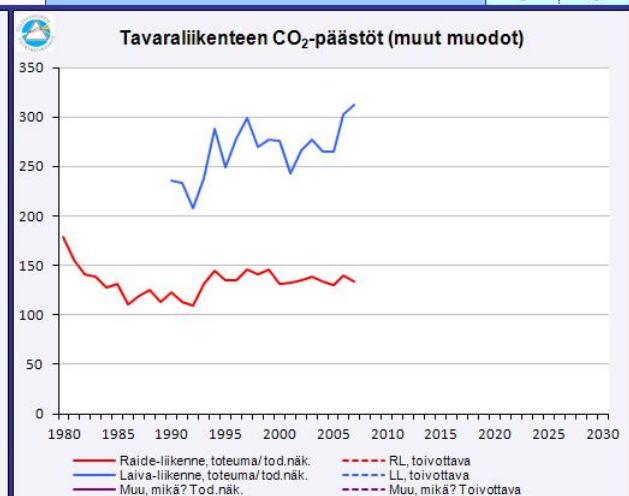
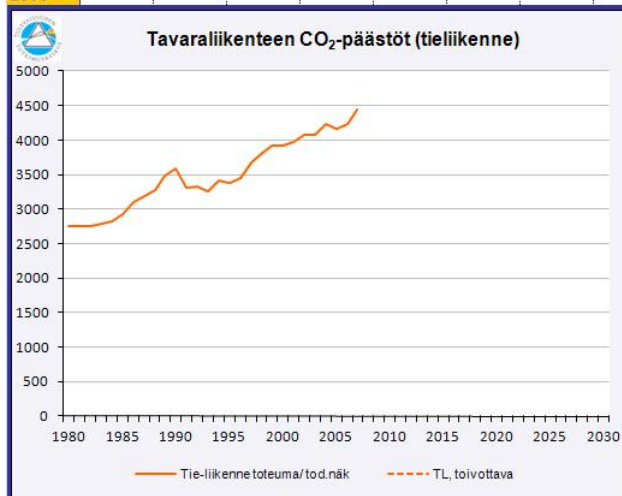
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

8. Mikä on eri kuljetusmuotojen hiilidioksidipäästöjen määrä (1000 t/a) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoiisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet yhteenlasketut päästöt.

Vuosi	Tie- liikenne toteuma/ tod.näk.	TL, toivottava	Raide- liikenne, toteuma/ tod.näk.	RL, toivottava	Laiva- liikenne, toteuma/ tod.näk.	LL, toivottava	Muu, mikä? Tod.näk.	Muu, mikä? Toivottava	*Mita sisältyy kohtaan "Muu, mikä"? >	Yhteensä toteuma/ tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	2760		178							2 939	
1990	3580		123		236					3 940	
2000	3928		131		275					4 335	
2007	4436	4436	134	134	313	313	0	0		4 883	4 883
2020										0	0
2030										0	0



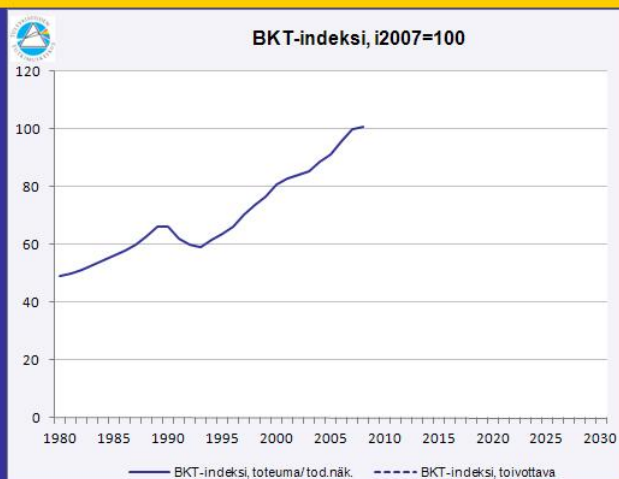
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

9. Mikä on Suomen BKT todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa? (Reaalinen, inflaatiosta korjattu BKT)

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa.

Vuosi	BKT- indeksi, toteuma/ tod.näk.	BKT- indeksi, toivottava
1980	49	
1990	66	
2000	81	
2001	83	
2002	84	
2003	86	
2004	89	
2005	91	
2006	96	
2007	100	
2008	101	101
2020		
2030		



Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

Lomake päättyy tähän, kiitokset vastauksista!

Muistathan ensin tallettaa täyttämäsi lomakkeen itsellesi omalle koneellesi ja sitten lähettää sen sähköpostitse osoitteeseen ..

Ongelmatilanteissa voit ottaa yhteyttä minuun, p.

Toivon saavani lomakkeen viimeistään pari päivää ennen sovittua haastattelua.



Liite 3: Suomen liikennesektorin tulevaisuus (CAST) - haastatteluteemat

Taustatiedot: työpaikka/työtehtävät, koulutus, ikä

Mikä on ”lemppiaiheesi” liikenteen hiilidioksidipäästöjen alalla?

Vaikuttavatko CO₂ –päästöt ilmastoon? (Entä miten merkittäviä ovat liikenteen päästöt?)

Vaikuttavatko ne jotenkin liikenteen kehittymiseen Suomessa vuoteen 2030 mennessä?

Miten ilmastonmuutokseen tullaan suhtautumaan jatkossa todennäköisessä / toivottavassa skenaariossasi?

Vaikuttaako se jotenkin poliittiseen tavoitteenasetteluun? Miten?

Asettavatko yksityiset ihmiset itselleen tavoitteita koskien liikennekäyttäytymistään ja päästöjään?

Entä minkälaisia ohjauskeinoja todennäköisessä / toivottavassa skenaariossasi on?

Mikä on autoverotuksen merkitys? (kysytään erikseen, ellei tule muuten esille)

Mikä on EU:n energia- ja ilmastopakettien (ja siis EU:n asettamien tavoitteiden) merkitys? (kysytään erikseen, ellei tule muuten esille)

Millaisia vaikutuksia ohjauskeinoilla on, mukaan lukien sivuvaikutukset ja ei-toivotut vaikutukset?

Kuvaile liikenteen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä, jotka tulevat vaikuttamaan hiilidioksidipäästöjen kehitykseen vuoteen 2030 asti todennäköisessä skenaariossasi ja miten nämä tekijät eroaisivat toivottavassa skenaariossasi! Nämä tekijät voivat olla teknisiä, taloudellisia, sosiaalisia, kulttuurisia tai ekologisia.

- kulttuuriset (esim. etätyön yleistymisen, slow life- liike)
- sosiaaliset (esim. yksityisautoiluun / pyöräilyyn suhtautuminen, suurten ikäluokkien eläköityminen)
- taloudelliset (esim. taantuma, autojen hinnat, julkisen liikenteen hinnoittelu)
- tekniset (esim. autojen / pyörien / junien / lentokoneiden / veneiden uudet moottoritekniikat, uudet polttoaineet)
- ekologiset tekijät (esim. ajokelien muutokset ilmastonmuutoksen edetessä)
- (näitä ei siis kysytä näin, vaan annetaan asiantuntijan vastata vapaasti ja kysytään tarvittaessa lisäkysymyksiä näiltä aloilta, mikäli jäävät pimentoon)

(Tämä kysymys oli haastateltaville etukäteen lähetetyssä teemarungossa, mutta käytännössä erilaisia tekijöitä tarkasteltiin siten, että haastateltava kertoi lomakkeen eri kysymysten kohdalla, minkälaisia ajatuksia ja oletuksia hänellä oli ollut tulevaisuuden suhteen kun hän oli täyttänyt lomaketta.)

Lisäksi kultakin haastateltavalta kysyttiin spesifejä kysymyksiä heidän omaan asiantuntemusalueeseensa liittyen, sekä kysymyksiä lomakkeen pohjalta, esim. epäselväksi jääneistä perusteluista, yllättävistä vastauksista, puuttuvista vastauksista jne.

Mikä on oman ”toimialasi” rooli ja merkitys liikenteen ja sen hiilidioksidipäästöjen muutoksessa?

Mitä vielä haluaisit sanoa skenaarioistasi?

Haluaisitko sanoa tai kysyä jotain koskien tätä tutkimusta ja sen toteutustapaa

Liite 4: Klusterianalyysin dendrogrammi

CAST D1 ilman BKT

Dendrogram using Complete Linkage

